

**TECHNOLOGISCHE STUDIEN ZUR VERWENDUNG
VON SOJAEIWEISS BEI BRÜHWURST**

LUDWIG STUHLBERGER

Disbui. München

1989



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554801_0075

Aus dem Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen
Ursprungs der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Lehrstuhl Prof. Dr. Dr. h.c. L. Kotter

**Technologische Studien zur Verwendung von
Sojaprotein bei Brühwurst**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der Tierärztlichen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Ludwig Stuhlberger
aus
Wartenberg
München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Univ.-Prof. Dr. Dr.h.c. L. Kotter

Korreferent: Prof. Dr. Dr.habil. H. Petry

Tag der Promotion: 24. Februar 1989

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
2 Literatur	2
2.1 Sojabohnen	2
2.2 Herstellung von Sojaweißprodukten	4
2.2.1 Behandlung der Sojabohnen	4
2.2.1.1 Herstellung von Sojamehl	5
2.2.1.2 Herstellung von Sojakonzentrat	5
2.2.1.3 Herstellung von Sojaisolat	6
2.3 Anforderungen an Sojaweißprodukte	7
2.4 Ernährungsphysiologische Aspekte bei der Verwendung von Sojaweißprodukten	8
2.5 Gesundheitliche Aspekte bei der Verwendung von Sojaweißprodukten	13
2.6 Sojaweißprodukte in Fleisch-Erzeugnissen	16
2.6.1 Eigenschaften und Einfluß von Sojaprotein	16
2.6.1.1 Löslichkeit / Stickstofflöslichkeit	17
2.6.1.2 Wasserabsorptionsfähigkeit / Wasserhaltevermögen	17
2.6.1.3 Viskosität	18
2.6.1.4 Gelbildungsvermögen	18
2.6.1.5 Emulgierungsvermögen / Fettabsorptionsfähigkeit	18
2.6.2 Organoleptische Eigenschaften von Sojaprotein	20
2.6.3 Technische Eigenschaften von Sojaprotein in Fleisch-Erzeugnissen	22
2.6.3.1 Technische Eigenschaften von Sojaprotein in Brühwurst	23

	Seite
3	Eigene Untersuchungen 26
3.1	Material 26
3.1.1	Herstellung von Brühwurst 26
3.2	Methodik 28
3.2.1	Chemische Untersuchungen 28
3.2.1.1	pH-Wert-Bestimmungen 28
3.2.1.2	Vollanalyse 28
3.2.1.3	Nitrit- und Nitratbestimmung 28
3.2.2	Physikalische Untersuchungen 30
3.2.2.1	Gravimetrische Bestimmung des Fett- und Geleeabsatzes 30
3.2.3	Sensorische Bewertung 31
4	Ergebnisse 32
4.1	Einfluß der Zugabe von Sojaisolat zu Brühwurst 32
	- trocken, als Gel, als Emulsion
4.1.1	pH-Wert 33
4.1.2	Chemische Analyse 34
4.1.3	Fett- und Geleeabsatz 35
4.1.4	Sensorische Bewertung 37
4.1.4.1	Einfluß der Zugabeform des Sojaisolats auf die Konsistenz 37
	(Textur) der Brühwurst
4.1.4.2	Sensorische Gesamtbeurteilung mittels 5-Punkte-Schema 37
4.2	Einfluß der Zugabe von Sojakonzentrat zu Brühwurst 41
	- trocken, als Gel, als Emulsion
4.2.1	pH-Wert 41
4.2.2	Chemische Analyse 42
4.2.3	Fett- und Geleeabsatz 43
4.2.4	Sensorische Bewertung 45
4.2.4.1	Einfluß der Zugabeform des Sojakonzentrats auf die Konsistenz 45
	(Textur) der Brühwurst
4.2.4.2	Sensorische Gesamtbeurteilung mittels 5-Punkte-Schema 45

	Seite
4.3	Einfluß der Zugabe von Sojamehl zu Brühwurst 49
4.3.1	pH-Wert 49
4.3.2	Chemische Analyse 50
4.3.3	Fett- und Geleeabsatz 51
4.3.4	Sensorische Bewertung 53
4.4	Einfluß der Zugabe von Sojaisolat und aufbereiteten Sehnen zu Brühwurst 54
4.4.2	Sensorische Bewertung 55
4.4.2.1	Rangordnungsprüfung auf Konsistenz (Textur) 55
4.4.2.2	Sensorische Gesamtbeurteilung mittels 5-Punkte-Schema 56
4.5	Einfluß der Zugabe von Sojaisolat und Schweineblut auf Farbe und Nitrat/Nitritgehalt umgeröteter Brühwurst 57
4.5.1	Einfluß der Zugabe von Sojaisolat auf Rest-Nitrit- und Nitratgehalte 59
4.6	Herstellung von natriumreduzierten und natriumarmen Brühwürsten unter Verwendung von Sojakonzentrat 60
4.6.1	Fett- und Geleeabsatz 61
4.6.2	Sensorische Bewertung der Konsistenz 63
4.7	Einfluß von Sojaisolat bei der Herstellung fettarmer Brühwurst 66
5	Besprechung der Ergebnisse und Diskussion 68
6	Zusammenfassung 75
7	Literaturverzeichnis 79

1 EINLEITUNG

Die Verwendung von pflanzlichen Eiweißträgern bei der Herstellung von Fleisch-Erzeugnissen wird in der BRD gegenwärtig sehr konträr und nicht immer emotionslos diskutiert.

Vom Standpunkt der Welternährungssituation mit einer Unterversorgung der Weltbevölkerung, insbesondere an hochwertigem Eiweiß, ist es sicherlich diskussionswürdig, ob pflanzliches Eiweiß im bisherigen Umfang für die Gewinnung von tierischem Eiweiß verwendet werden soll.

In den westlichen Industrienationen mit ihrer Überproduktion an tierischen Eiweißträgern gibt es Ernährungswissenschaftler, die auch wegen veränderter Arbeits- und Lebensgewohnheiten den Verzehr von Fleisch und Fleischwaren eingeschränkt sehen wollen und für pflanzliche Eiweißträger plädieren.

Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, daß mit dem Fleischeiweiß essentielle Begleitstoffe, z.B. wesentliche Mengen resorbierbaren Eisens zugeführt werden.

Derzeit ist die Verwendung von pflanzlichem Eiweiß in der BRD verboten. Es ist zu erwarten, daß demnächst von Seiten der EG eine Korrektur erfolgt, im wesentlichen geht es um die Verwendung von Sojaprotein, das in anderen EG-Ländern bereits zulässig ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, abzuklären, welche Zugabeformen und welche Sojaeiweißprodukte für Brühwurst geeignet sind, welche Zugabemengen Verbesserungen oder keine Beeinträchtigung des Genußwertes verursachen, und wo die Grenzen liegen, um noch die charakterbestimmenden Mindest-BEFFE-Werte des Deutschen Lebensmittelbuches (Leitsätze) zu erfüllen, weil andernfalls keine eingeführten Verkehrsbezeichnungen verwendet werden dürfen (SCHMIDT und KOTTER, 1986).

2 SCHRIFTTUM

2.1 SOJABOHNEN

Die Sojabohne mit dem botanischen Namen *Glycine max.* gehört zur Familie der Schmetterlingsblütler und in die Ordnung der Leguminosae. Sie zählt zu den ältesten Kulturpflanzen und ist in Ostasien beheimatet, wo sie seit vielen Jahrtausenden kultiviert wird (GERHARD, 1974).

Die einjährige Sommerpflanze, deren Höhe zwischen 30 cm und etwa 180 cm schwankt und deren Wachstum von steil aufrecht bis auf dem Boden rankend reicht, kommt mit einer relativ kurzen Entwicklungszeit von nur vier bis fünf Monaten aus. Von der großen Zahl bekannter Sorten besitzen nur wenige wirtschaftliche Bedeutung, nämlich die mit "maschinengerechtem" aufrechtem Wuchs von 80 - 100 cm Höhe. Die Samen befinden sich in Hülsen, die in drei bis fünf Büscheln wachsen, wobei jede Hülse gewöhnlich zwei bis vier Samen enthält.

Infolge Symbiose mit Bakterien bildet die Sojapflanze an ihren Wurzeln zahlreiche kleine Wurzelknöllchen, in denen die Knöllchenbakterien unter Mitwirkung der Wirtspflanze freien Stickstoff zu binden vermögen. Jede Hülsenfruchtart besitzt ihre speziellen Stickstoffbakterien. Bei der Sojabohne ist es *Rhizobium japonicum*. Dies ist der Grund dafür, daß die zahlreichen, als Nutzpflanzen angebauten Papilionaceen auch auf stickstoffarmen Böden gedeihen. Auf diesen Böden tragen sie zur Bodenverbesserung (als sog. Gründüngung) bei (WEBERLING und SCHWANTES, 1979).

Die Ertragsfähigkeit der Sojabohne ist durch Züchtungsmaßnahmen enorm gesteigert worden und liegt bei etwa 40 dt/ha (FANGAUF und KUDRUN).

Der Eiweißgehalt der Sojabohne liegt nach WEBER (1985) höher als bei allen anderen pflanzlichen oder tierischen Rohstoffen und schwankt nach MORSE (1950) in Abhängigkeit von Sorte, Anbauart, Bodenbeschaffenheit, Düngung etc. zwischen 29,6 % und 50,3 %. Ihr hoher Eiweißgehalt macht sie zur wertvollen Nahrungs- und Futtermittelpflanze. Angaben über die Zusammensetzung der Sojabohne sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzung von Sojabohnen (SIPOS, 1982, SOUCI et al., 1979)

18 % Soja-Rohöl (die von SIPOS angegebenen Gehalte an Fettsäuren passen wegen des vernachlässigten Glycerins nicht zum Gesamt- Rohölgehalt; gemeint sind Triglycerid-Anteile)

- 2,7 % gesättigte Fettsäuren
 - 1,6 % Palmitinsäure (C 16)
 - 1,1 % Stearinsäure (C 18)
- 14,4 % ungesättigte Fettsäuren
 - 3,8 % Ölsäure (C 18)
 - 9,4 % Linolsäure (C 18)
 - 1,2 % Linolensäure (C 18)
- 0,5 % Lezithin

38 % Protein (wichtigste Aminosäuren von Soja in g/100 g Protein)

Isoleucin	4,6
Leucin	8,7
Valin	5,5
Methionin	1,6
Cystin	1,5
Phenylalanin	5,4
Thyrosin	4,4
Threonin	4,0
Thryptophan	1,4
Lysin	6,5
Histidin	2,7
Arginin	7,8

30 % Kohlenhydrate

- 14,9 % Oligosaccharide
 - 8,2 % Stacharose
 - 5,5 % Stachyose
 - 1,2 % Raffinose
- 15,0 % Polysaccharide

14 % Wasser, Asche, andere Stoffe



2.2 HERSTELLUNG VON SOJABOHNENEIWEISS-PRODUKTEN

Im folgenden werden Grundzüge der Herstellung von Sojamehlen, Soja-konzentraten und Sojaisolaten beschrieben. Spezifische Einzelheiten der auf dem Markt erhältlichen Produkte sind in der Literatur nicht beschrieben und variieren von Hersteller zu Hersteller (SIPOS, 1982).

2.2.1 Behandlung der Sojabohnen

Durch Passage über Siebbleche werden die Sojabohnen von Verunreinigungen befreit. Die so gereinigten Bohnen werden in zwei Durchgängen durch Riffelwalzen geführt, zwischen denen sie grob gebrochen werden, um mittels Luftstrom die Schalen zu entfernen (VORWERCK, 1968). Um die Samen für den nächsten Verarbeitungsschritt plastischer zu machen, werden sie in einem Konditionierer mit Wärme behandelt und anschließend auf großen Glattwalzen zu Flocken einheitlicher Größe zerkleinert, um sie für die Fett-Extraktion vorzubereiten.

Danach wird das Öl durch ein Lipoidlösungsmittel (meist chemisch inertes Hexan) in einem System mit Gegenstromprinzip entfernt. Nach Verlassen der Extraktionsapparatur tropft das Hexan von den entfetteten Flocken ab. Verbleibendes Hexan wird mittels Hitze- und / oder Vakuumbehandlung beseitigt. Die Hitzebehandlung (Toastung) erfolgt mittels Dampf (100 - 105 °C) 25 - 30 Minuten. Dabei sollen Proteine nicht denaturiert, jedoch in der Sojabohne enthaltene Enzyme inaktiviert werden. (SIPOS, 1982)

2.2.1.1 Herstellung von Sojamehl

Werden die entfetteten Sojaflocken feiner gemahlen, so erhält man **Sojamehl**. Die auf dem Markt erhältlichen Sojamehle können sich in Toastungs- und Feinheitsgrad sowie in der Höhe des verbleibenden Ölanteils unterscheiden.

2.2.1.2 Herstellung von Sojakonzentrat

Sojaproteinkonzentrate werden durch Entfernung von Oligosacchariden mittels drei verschiedener Herstellungsverfahren aus entfetteten Flocken oder Mehlen gewonnen.

Im ersten Verfahren werden durch angesäuertes Wasser (pH-Wert 4,5), infolge Erreichens des Isoelektrischen Punktes der größten Fraktion des Sojabohnenglobulins, die Anteile mit hohem Molekulargewicht unlöslich. Das so gewonnene Konzentrat wird vor der Trocknung oft durch eine für Nahrungsmittel zugelassene Lauge neutralisiert.

Im zweiten Verfahren wird das entfettete Rohprodukt mit 50 bis 80 %igem Alkohol gewaschen, um die Zuckerfraktion zu entfernen.

Im dritten Verfahren werden die entfetteten Flocken mit feuchter Hitze denaturiert und dann mit Wasser extrahiert.

Je nach Behandlungsverfahren erhält man Produkte, die sich in Anteil wasserlöslicher Proteine, Geschmack, Farbe sowie Fett- und Wasserabsorptionsfähigkeit unterscheiden. (SIPOS, 1982)

2.2.1.3 Herstellung von Sojaisolat

Bei der Herstellung von **Sojaisolat** wird entfettetes Sojamehl mit Wasser extrahiert. Bei diesem Schritt wird das Sojamehl in entsprechender Menge Wasser dispergiert, sofern spezielle Isolate hergestellt werden sollen, das Endprodukt bestimmende, für Lebensmittel geeignete Zusätze hinzugefügt und eine bestimmte Zeit temperiert. Dabei werden die wasserlöslichen Kohlenhydrate und die Proteine gelöst. Danach wird der Rückstand, hauptsächlich aus nichtlöslichen Polysacchariden und Zellwandmaterial bestehend, durch Zentrifugation entfernt. Der Extrakt besteht im wesentlichen aus löslichen Proteinen, sowie aus einem geringeren Anteil löslicher Kohlenhydrate. Proteine werden dann durch pHWert- Absenkung auf 4,5 ausgefällt, das Produkt wird "Sojaquark" genannt.

Dieser Quark wird anschließend gewaschen, um zurückbleibende Kohlenhydrate, Farb- und Geschmacksstoffe zu entfernen. Wird der Sojaquark nur sprühgetrocknet, so erhält man die sog. "isoelektrische Form". Durch vorherige pH-Wert Erhöhung können unterschiedliche Produkte hergestellt werden.

2.3 ANFORDERUNGEN AN SOJABOHNENEIWEISS-PRODUKTE

Für alle aus der Sojabohne gewonnenen Produkte wurden Anforderungen definiert. Im folgenden ist der Mindest-Proteinanteil der kommerziell erhältlichen Sojaeiweiß-erzeugnisse angegeben (SCHRÖDER, et al, 1985):

Sojamehle:	mindestens 50 % Eiweiß (in der Trockensubstanz)
Sojakonzentrate:	mindestens 70 % Eiweiß (")
Sojaisolate:	mindestens 90 % Eiweiß (")

Neben den pulverförmigen und grobkörnigen Sojaprotein-Produkten stellt die verarbeitende Industrie auch texturierte Sojaeiweiß-Produkte (textured soy protein, TSP) her. Dabei werden verschiedene technische Verfahren, wie thermoplastische Extrusion, Spinnverfahren, thermische Lamellenbildung und Dampftexturierung angewandt.

Durch Texturierung von Sojaeiweiß ist es möglich, "fleischähnliche" Produkte unterschiedlicher Größe und Gestalt herzustellen, die entsprechend mit Farb- und Aromastoffen versetzt werden.

TSP-Produkte werden als "Meat Extenders" (Streckungsmittel) oder "Meat Analogs" (Substitutionsprodukte) bezeichnet.

Meat Extenders sind strukturierte Sojaprodukte, die bei verschiedenen Fleisch-Erzeugnissen, wie Hamburger, Hackbraten etc. in hydratisierter Form Fleisch ersetzen sollen. Meat Analogs sind strukturierte Sojaprodukte, die dem Fleisch möglichst ähnlich hergestellt werden, aber als "Nahrungsmittel eigener Art" gedacht sind (AMBROSIADIS, 1981).

2.4 ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHE ASPEKTE BEI DER VERWENDUNG VON SOJAEIWEISS-PRODUKTEN

Aussagen über den Nährwert der Sojaweiß-Produkte konzentrieren sich auf die Gehalte an den energieliefernden Nährstoffen Fett, Kohlenhydrate und Eiweiß (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Typische Analysenwerte für Sojaprodukte in % auf Trockensubstanz bezogen (GERHARDT, 1979)

	Soja-Mehl	Soja-Konzentrat	Soja-Isolat *)
Proteine	56,5	71	96 - 100
Fett	0,9	1 - 3	0,1
Kohlenhydrate	33,0	21 - 30	-
Rohfaser	2,7	3 - 4	0,1
Asche	6,5	3 - 5	2 - 5

*) Wenn mindestens 2 % Asche vorhanden sind, können nie 100 % Protein vorliegen.

Die Aminosäuren-Zusammensetzung des Sojaproteins ist wesentlich. In Tabelle 3 sind die Aminosäuren-Gehalte von Sojaprotein und von Rindfleisch verglichen.

Tabelle 3: Durchschnittliche Aminosäuregehalte (g/100 g Protein) nach SOUCI et al, 1979

	Soja	Rindfleisch
Isoleucin	4,6	4,9
Leucin	8,7	7,6
Valin	5,5	5,0
Methionin	1,6	2,7
Cystin	1,5	1,2
Phenylalanin	5,4	3,7
Thyrosin	4,4	3,4
Threonin	4,0	4,4
Thryptophan	1,4	1,0
Lysin	6,5	8,4
Histidin	2,7	3,5
Arginin	7,8	6,4

Das Beispiel zeigt, daß die Unterschiede zwischen Fleisch und Soja hinsichtlich der Aminosäuregehalte relativ gering sind. Nach BURNETT (1966) könne Sojaprotein dem Fleisch hinzugefügt werden, ohne den hohen Nährwert der Fleischprodukte zu verringern. YOUNG, et al. (1979) verwendeten Sojaprodukte als Haupt- und/oder einzige Proteinquelle und fanden, daß der Proteinwert von Soja dem von Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs entsprach; durch Sojaprotein könne der Protein- und Aminosäurenbedarf bei Kindern und Erwachsenen voll gedeckt werden. Der Zusatz von Methionin zu Sojaprodukten sei unnötig oder sogar unerwünscht. Nur für die Säuglingsernährung könne eine Methioninergänzung Vorteile bringen. Diese müßte aber wesentlich geringer sein, als die aufgrund von Rattenversuchen empfohlene Menge. Bei bedarfsgerechter Proteinaufnahme könnten Sojaproteinprodukte Fleisch- und Fischprodukte ersetzen, ohne die Stickstoffutilisation zu reduzieren (YOUNG, et al 1979). Auf eine Unterversorgung mit fleischiweißbegleitenden essentiellen Stoffen ist YOUNG nicht eingegangen.

NODA, et al. (1977) bewerteten "Wiener Würstchen", welche mit und ohne Sojaprotein hergestellt wurden mit "Protein Efficiency Ratio" (PER). PER ist eine Methode zur Bestimmung der Proteinqualität und ist definiert als Gewichtszunahme in Gramm je Gramm aufgenommenes Protein und wird gewöhnlich an wachsenden Ratten ermittelt. In ihren Versuchen wurden 25 % Rindfleisch durch eine Mischung von hydratisiertem texturiertem Sojaprotein und Sojaisolat ersetzt, hierbei verringerte sich der PER-Wert von 3,11 auf 2,67. Der PER-Wert der "Soja-Wiener" unterschied sich aber nur geringfügig von einer Casein-Kontrolle mit einem PER-Wert von 2,54.

Wurde stark bindegewebshaltiges Rindfleisch zur Herstellung der "Wiener" verwendet, sank der PER-Wert auf 2,18. Wurden 25 % dieses Rindfleisches durch hydratisiertes Sojaprotein ersetzt, so sank der PER-Wert auf 2,02.

Bei den aus schierem Rindfleisch hergestellten "Wienern" wurden mehr essentielle Aminosäuren (1,95 - 4,17 mg/100 g Protein) als bei den Produkten mit Sojazusatz ermittelt. Der Methioningehalt der "Wiener" mit Fleischersatz durch Soja sank um 10 - 22 %.

Eine besondere Rolle für die ernährungsphysiologische Bewertung der Sojaprodukte spielen die "**Proteinase Inhibitoren**". Nach RACKIS (1974) gibt es sieben bis zehn Proteinase-Inhibitoren in der Sojabohne, die die Verdauungsenzyme, hauptsächlich Chymotrypsin und Trypsin, hemmen.

WOLF, et al. (1961) differenzierten die Sojaproteine mittels Sedimentationskonstanten und separierten die Trypsin-Inhibitoren und andere Fraktionen durch chromatographische Verfahren.

Bei der Gewinnung, Verarbeitung und Zubereitung der Sojaproteine werden die Proteinase Inhibitoren durch Erhitzung mehr oder weniger vollständig inaktiviert. (RACKIS, 1974)

KOTTER, et al. (1970) stellten Brühwürste mit Sojaprotein her, welches nachweislich Trypsin-Inhibitoren in beachtlicher Menge enthielt (34,6 µg Trypsin / mg Sojaweiß wurden zu 50 % gehemmt). Daraus hergestellte Brühwurstkonserven waren bei einem Gehalt von 1,5 % Sojaweiß bei allen geprüften Kerntemperaturen (82 °C, 100 °C, 116 °C) frei von Inhibitoren.

RACKIS (1974) hat die Prozeßbedingungen (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Zeit) zur Inaktivierung der Trypsin Inhibitoren gesteuert, um zu möglichst hoher Protein Efficiency Ratio zu kommen. Der maximale PER-Wert wurde dann erreicht, wenn nur 79 % der Trypsin-Inhibitor-Aktivität zerstört wurden. Hierzu genügte eine 10 - 15 minütige atmosphärische Dampfbehandlung (100 °C) des entfetteten Sojamehls. Mit

trockener Hitze hingegen wurde keinerlei Effekt erzielt. Ähnliche Ergebnisse wurden erzielt, wenn das Körpergewicht und die Stickstoffverdaulichkeit als Parameter herangezogen wurden. Der Gehalt an Trypsin-Inhibitoren ist nach RACKIS (1966) in getoastetem Sojabohnenmehl, sowie in kommerziell erhältlichem Sojaisolat sehr gering.

2.5 GESUNDHEITLICHE ASPEKTE BEI DER VERWENDUNG VON SOJA-EIWEISS-PRODUKTEN

Eine bei Ratten durch das Vorhandensein von Trypsin-Inhibitoren mögliche Bauchspeicheldrüsen-Hypertrophie kann durch Beseitigung von 50 - 60 % der Trypsin-Inhibitoren-Aktivität verhindert werden. Diese Ergebnisse hinsichtlich der gesundheitlichen Bedeutung des Trypsin-Inhibitors müßten relativiert werden, weil die oben beschriebenen Ergebnisse bei Rattenversuchen erzielt wurden; bei der menschlichen Ernährung zeigen Trypsin-Inhibitoren kaum Wirkung (RACKIS, 1981).

Als weiteren antinutritiven Faktor der Sojabohne muß man die Hämagglutinine ansprechen, die aber ähnlich wie die Proteinasen durch feuchte Hitze inaktiviert werden können.

Die **allergene Potenz** der Sojaprodukte ist nach RACKIS (1974) relativ gering.

Nach SPIES, et al. (1951) sind alle anderen Pflanzenallergene aktiver im Vergleich zu den Sojabohnen-Allergenen.

SHELEF, et al. (1976) berichteten in einer Studie über den Gebrauch und die Akzeptanz von Sojaproteinnahrung in öffentlichen Einrichtungen von einigen, wenigen allergischen Reaktionen beim Menschen.

Nach MATTHIENSEN et al. (1974) könne Sojaprotein in einzelnen Nahrungsmitteln verborgen ein sog. "verborgenes Allergen" sein. Sie beschreiben einen Fall, bei dem es zu urtikariellen Schüben am gesamten Integumentum eines Patienten kam und weisen auf die Möglichkeit hin, daß bei verstärkter Verwendung von Sojaprodukten vermehrt allergene Fälle auftreten.

Die Thermostabilität ist eine charakteristische Eigenschaft der meisten Protein-Allergene. So ist nach PERLMAN (1966) eine Hitzeeinwirkung von 180 °C über 30 Minuten notwendig, um die allergene Aktivität zu zerstören. Dies führt aber bei diesen Produkten unweigerlich zu einer Erniedrigung des Nährwertes.

Über das Auftreten von **Flatulenz** nach Verzehr von Lebensmitteln, die Sojaprodukte enthielten, berichtet LIENER (1981). Die Oligosaccharide Raffinose und Stachyose sollen nach RACKIS (1981) die Ursache sein, weil dem Mensch das Enzym α -Galaktosidase fehlt, das zur Hydrolyse dieser α -Galaktosid-Verbindungen notwendig wäre. Durch die im Darm anwesenden Mikroorganismen werden diese Verbindungen jedoch hydrolisiert und zu Kohlendioxid, Methan und Wasserstoff abgebaut. Sojaisolate und Sojakonzentrate enthalten herstellungsbedingt wenig Raffinose und Stachyose und besitzen somit auch geringe Flatulenzwirkung.

MAURON (1986), stellt die Bedeutung der Proteinwerte im klassischen Sinne für die reichen Industrieländer in Frage, u.a. weil er die Versorgung mit Eiweiß und essentiellen Aminosäuren mehr als gesichert sieht. Wichtiger sei es, die Proteine nach ihrer "physiologischen Zuträglichkeit oder Angemessenheit" zu bewerten. Sojaeiweiß habe im Gegensatz zu den cholesterinerhöhenden Eigenschaften der tierischen Proteine cholesterinsenkende Eigenschaften. MAURON meinte wohl indirekte Effekte.

Für Übergewichtige empfahl MAURON (1986) eine proteinangereicherte Diät (u.a. Sojaproteine), um den Effekt der "induzierten Thermogenese" zu nutzen und durch Eiweißanreicherung Fett und Kohlenhydrate zu verdrängen.

Eine weitere gesundheitsbezogene Frage ist, ob sich Sojaproteine aufgrund besonderer technischer Eigenschaften (ohne Anwesenheit von Salzen löslich und hitzeoagulationsfähig) für die Herstellung kochsalzarmer Brühwürste eignet (KOTTER et al., 1969). Voraussetzung wäre allerdings, daß Sojaprotein nicht wie Natriumkaseinat (900 mg/100 g) erhebliche Mengen an Natrium zuführt.

Der Gehalt an Natrium ist in den verschiedenen Sojaprotein-Produkten unterschiedlich und schwankend. Nach NODA et al., 1977 enthält Sojaisolat 1200 mg Na/100 g, Sojakonzentrat 700 mg Na/100 g und entfettetes Sojamehl 13 mg Na/100 g. Schweinefleisch enthält bei 16,7 % Eiweiß durchschnittlich 70 mg Na/100 g und Rindfleisch bei 20 % Eiweiß durchschnittlich 41 mg Na/100 g (SOUICI, FACHMANN, KRAUT, 1986). Zu ähnlichen Ergebnissen (frisches Fleisch enthält 40 - 70 mg Na) kommt WIRTH (1988).

Aufgrund des prälatenten, latenten oder manifesten Eisenmangels bei den Bewohnern der Industriestaaten - infolge Regelblutungen und Schwangerschaft hauptsächlich bei Frauen - ist der Eisengehalt der Nahrung und dessen Resorbierbarkeit von erheblicher Bedeutung. Im Gegensatz zu allen pflanzlichen Nahrungsmitteln besitzt Fleisch einen sehr hohen Anteil an bioverfügbarem Eisen (HEINRICH, 1983). Fleisch erhöht außerdem in gemischter Kost die Resorptionsrate von Eisen aus Pflanzen (ROGOWSKI, 1981).

RANGER et al. (1984) verglichen in Tierversuchen an Ratten die biologische Verfügbarkeit von Eisen aus Sojaproteinen, aus Fleisch sowie aus Kombinationen von Fleisch und Sojaeiweiß. Die Verfügbarkeit des Eisens aus den verschiedenen Sojaproteinen (nicht texturiert, extrudiert und versponnen) lag bei diesen Versuchen zwischen 29 und 57 %, aus Fleisch zwischen 32 und 39 % und aus den Soja-Fleisch-Kombinationsprodukten zwischen 61 und 92 %.

2.6 SOJAEIWEISS IN FLEISCH-ERZEUGNISSEN

Nachdem Sojaeiweiß seit längerem in der Tierernährung erfolgreich eingesetzt wird, war es naheliegend Soja auch auf seine Eignung für die menschliche Ernährung zu prüfen, zumal Soja für Millionen Menschen des fernen Ostens die einzige Fett- und Eiweißquelle ist (HERP-MÜLLER, 1962). Da bei uns Fleisch-Erzeugnisse beliebt sind, lag es auch nahe, diesen Sojaeiweiß zuzusetzen.

2.6.1 Eigenschaften und Einfluß von Sojaprotein

Die Eigenschaften von Sojaeiweiß und dessen Einfluß auf Nahrungsmittelsysteme sind nach KINSELLA, 1979 durch folgende Begriffe charakterisiert:

- Löslichkeit
- Wasserabsorption und -bindung
- Viskosität
- Gelierung
- Kohäsion - Adhäsion
- Elastizität
- Emulgierung
- Fettabsorption
- Aromabindung
- Schaumbildung
- Farbkontrolle

Zu ergänzen wäre noch, die Fähigkeit in gelöster Form bei der Erhitzung zusammenhängend zu koagulieren, ein Phänomen das nicht als Gelierung angesprochen werden kann.

Eigenschaften bei der Verwendung zu FleischErzeugnissen (insbesondere Brühwürste) werden im folgenden eingehender diskutiert. Daß die verschiedenen Einflüsse auch von anderen Variablen (z.B. pH-Wert und Ionenstärke) abhängen sei vorausgeschickt.

2.6.1.1 Löslichkeit / "Stickstofflöslichkeit"

Die Löslichkeit wird nach der Aufschwemmung in Wasser (INKLAAR und FORTUIN, 1969) durch Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL ermittelt.

Der Löslichkeitsindex (nitrogen solubility index, NSI) wird durch folgende Gleichung bestimmt.

$$\text{NSI} = \frac{\text{gelöster Stickstoff im Überstand}}{\text{Gesamtstickstoff}} \times 100$$

HUTTON und CAMPBELL (1977) haben die Abhängigkeiten des NSI sowie der Wasserabsorption von Sojakonzentraten und -isolaten von pH-Wert und Temperatur aufgezeigt. Mit steigendem pH-Wert von 5 auf 7 und steigender Temperatur bis auf 90 °C wuchs sowohl die Löslichkeit als auch die Absorptionsfähigkeit der Sojaprodukte. Andererseits reduziert die verarbeitungsbedingte Hitzebelastung die Löslichkeit der Sojaproteine, so daß je nach beabsichtigter Verwendung eine Reihe von Sojaprodukten mit variierendem Löslichkeitsindex angeboten werden (KINSELLA, 1979).

2.6.1.2 Wasserabsorptionsfähigkeit / Wasserhaltevermögen

Die Wasserabsorptionsfähigkeit sowie das Wasserhaltevermögen sind wichtige Eigenschaften bei der Herstellung von Fleischwaren. Die Bestimmung erfolgt nach Dispergierung und anschließender Zentrifugierung mit Messung des Überstandes. MUSCHIOLOK und SCHMANDKE (1982) verglichen "Fremdproteine" (Weizengluten, Volleipulver, Eiklarpulver, Schweineblutplasma, Rinderblutplasma, Milcheiweiß, Ackerbohnenisolat und Sojaisolat), und stellten dabei fest, daß Sojaisolat die höchste Wasserabsorptionsfähigkeit der untersuchten Proteinrohstoffe besitzt. Nach KINSELLA (1979) werden Wasserabsorptionsfähigkeit und Wasserhaltevermögen durch Viskosität, pH-Wert, Ionenstärke und Temperatur beeinflusst.

2.6.1.3 Viskosität

Die Viskosität steigt exponential mit der Proteinkonzentration. Bei gleicher Proteinkonzentration ist die Viskosität der Sojaisolate größer als die der Sojakonzentrate (FLEMING et al, 1974). Weitere, die Viskosität beeinflussende Parameter sind Hitzebehandlung, pH-Wert und Ionenstärke (KINSELLA, 1979).

2.6.1.4 Gelbildung / Fähigkeit zur zusammenhängenden Hitzeoagulation

Proteingele bestehen nach KINSALLA, 1979 aus einer drei-dimensionalen Matrix, in die Wasser eingelagert ist und sie zeichnen sich durch relativ hohe Viskosität, Plastizität und Elastizität aus. Kühlen begünstigt die Gelbildung, Salzzusatz erniedrigt die Viskosität.

LOPEZ DE OGARA et al. (1986) untersuchten die Wirkung der Hitzebehandlung auf Sojaisolat und fanden signifikante Korrelationen zwischen Proteinlöslichkeit und Gelviskosität in Abhängigkeit von der Eiweißkonzentration. Eine Gelviskosität ist allerdings nur im Brät, d.h. im rohen Zustand zu studieren. Proteinlöslichkeit und Gelierstärke sollen die besten Indikatoren für die Wasserbindung von Fleisch-Erzeugnissen sein. Unter Gelierstärke ist wohl die Festigkeit des Hitzeoagulats gemeint gewesen.

2.6.1.5 Emulgierung / Fettabsorption

Ein wesentlicher Aspekt der Verwendung von Sojaprotein in der Fleischindustrie besteht nach SMITH (1956) und COOK et al. (1969) in der Möglichkeit, mit Sojaprotein "Emulsionen" herzustellen. Brühwurstbrät wird im angloamerikanischen Raum fälschlicherweise als Emulsion bezeichnet. In Wirklichkeit handelt es sich dabei um eine Mischung aus Gellösung,

Dispersion, Emulsion und echte Lösung (KOTTER et al., 1969). Was geprüft wurde ist also in Wirklichkeit nicht die emulgierende Eigenschaft, sondern die Entstehung einer stabilen Wasser und Fett einschließenden Eiweißstruktur.

WIRTH (1974) vergleicht Sojaweiß mit anderen Brühwurstzusätzen. Milcheiweiß und Sojaprotein bezeichnet er als hervorragende Emulgatoren, Sojaprotein sei zusätzlich strukturbildend.

Für Studien der tatsächlichen Emulgiereigenschaften geben MUSCHIOLIK und SCHMANKE (1982) folgende Kriterien an:

- Fettabsorption (%)
- Emulgierkapazität (ml Öl / 100 mg Protein)
- Emulgieraktivität (%)
- Emulsionsstabilität (%)

Sojabohnenproteinisolat zeigte sehr gute Emulgieraktivität, war jedoch in der Fettabsorption, der Emulgierkapazität gegenüber Eiklar und Blutplasma weniger effizient. In der Emulgierstabilität wurde es nur von Blutplasma übertroffen.

KINSELLA (1979) zeigte, daß bei verschiedenen Sojaweißaufbereitungen (Mehl, Konzentrat, Isolat) in den Eigenschaften erhebliche Unterschiede bestehen. Aber auch innerhalb gleicher Sojaaufbereitungen sind die Schwankungen beachtlich.

2.6.2 Organoleptische Eigenschaften von Sojaprotein

Organoleptische Eigenschaften sind begrenzende Faktoren beim Zusatz von Sojaprotein zu Lebensmitteln (RACKIS et al., 1979). Geschmack und Geschmacksstabilität sind bei ganzen Bohnen ein kleines Problem, wächst aber mit der Bearbeitungsintensität zu Protein-Konzentraten und -Isolaten. N-Hexal, 3-cis Hexanal, n-Pentylfuran und 2-Pentylfuran sind die wichtigsten negativen Geschmackskomponenten, die aus Lipiden über Lipidhydroperoxide aufgrund unterschiedlicher Lipoxigenaseaktivität bei unterschiedlicher Bearbeitungswärme entstehen (RACKIS et al., 1979).

Nach SCHUTTE (1977) sind für den typischen "Cooked Soy Bean Off-Flavour" (CSBO), der erst nach dem Erhitzen auftritt, hauptsächlich Vinylphenol und Vinylguajacol verantwortlich, die aus p-Lumarinsäure und Ferulasäure gebildet werden. Beide Säuren sind mit Lignin verwandt, das in pflanzlichen Produkten vorkommt.

Zur Eliminierung unerwünschter Geschmackskomponenten ist die Raffinationstechnik entscheidend. Nach RACKIS et al. (1979) bietet sich vor allem die Alkoholextraktion an, um geschmacksneutrale Sojaproteine zu gewinnen. Die mittels Hexan-Ethanol-Gemisch azeotrop extrahierten Sojaflocken weisen einen wesentlich besseren Geschmack auf als die aus anderen Verfahren stammenden Produkte.

Sojaprodukte besitzen nicht wie Fleisch primäre positive Geschmackseigenschaften (SCHUTTE und VAN DEN OUWELAND, 1979). Verwendet man einfache Sojaprodukte zur Herstellung von Fleischwaren, so "verdünnen" diese den natürlichen Fleischgeschmack. Sojaprodukten sowie Fleisch-Erzeugnissen mit Sojazusatz müssen daher Gewürze und andere Geschmacksstoffe in höheren Konzentrationen zugesetzt werden, um akzeptablen Geschmack zu erhalten. Die bei der Herstellung dieser Erzeugnisse notwendigen Prozesse, vor allem die thermische Behandlung sind zu berücksichtigen, weil sich Geschmacksstoffe verflüchtigen und Stoffe mit negativen Geschmackseigenschaften entstehen.

GERHARDT (1985) schlägt vor, den neutralen Geschmack des Sojaweißes durch kräftigere Würzung des Erzeugnisses zu respektieren. Sojaweiß sollte besonders gewürzt in den Handel gebracht werden. Besondere Gewürze können auch dem Brät zugesetzt werden.

PRATT und BIRAK (1979) fanden in Sojamehl, -konzentrat und -isolat antioxidative Verbindungen, primär polyphenolische Verbindungen, welche in Fett-/Wassersystemen aktiv sind.

Organoleptische Beurteilung der aus Fleisch-Soja-Gemengen hergestellten Brühwürste wurden von zahlreichen Autoren durchgeführt (KEETON et al., 1984). TERRELL et al. (1979) beurteilten Frankfurter Würstchen, die nur mit Fleisch hergestellt wurden, wesentlich besser als Frankfurter aus Mischungen von Fleisch und Sojaproteinen. RAO et al. (1984) und KEETON et al. (1984) beurteilten mit Soja hergestellte Würste nur unwesentlich schlechter als Kontrollprodukte ohne Sojaproteine.

2.6.3 Technische Eigenschaften von Sojaproteinen in Fleisch-Erzeugnissen

Hackfleischprodukte (Hamburger, Patties) werden vor allem in den USA häufig unter Verwendung von Sojaproteinen, auch texturierten, hergestellt. Durch Zugabe von Sojaweiß kommt es zu einer Zunahme der Ausbeute, der Fettbindung, der Zartheit, der Saftigkeit und zu einer Abnahme der Kochverluste. GOLTRY et al. (1976) untersuchten den Einfluß unterschiedlicher Konzentrationen von texturiertem Sojaprotein auf Saftigkeit (Kochverlust), Geschmack und allgemeine Akzeptanz bei Hackfleisch-Patties und erzielten bei Zugabe von 10 % TSP das beste Ergebnis hinsichtlich dieser Kriterien.

Auch für Rohwurst sind Sojaprodukte geeignete Zusätze (BERRY et al., 1979). AMBROSIADIS (1981) stellte eine Rohwurst vom Salamityp her und ersetzte einen Teil des Rindfleisches mit TSP. Dabei lag die maximal vertretbare Konzentration (trocken) technologisch bei 12 %, sensorisch allerdings nur bei 6 %.

Die Herstellung von Kochpökelwaren (Kochschinken) unter Verwendung von isoliertem Sojaprotein untersuchten SIEGEL et al. (1979) und stellten fest, daß isoliertes Sojaprotein die myofibrilläre Proteinextraktion im interpartikulären Raum und die osmotische Quellung durch Bindung von freiem Wasser und somit Erhöhung der Konzentration von Kochsalz und Phosphat im restlichen Lösungsraum erhöht. Nach KROLL und GASSMANN (1983) sind durch Einspritzen von nur 2 % Sojaisolat Ausbeutesteigerungen um 20 - 50 % zu erzielen.

2.6.3.1 Technische Eigenschaften von Sojaprotein in Brühwurst

Sojaprotein eignet sich als Zusatz zu Brühwurst. Sojaprotein kann in bedingter Form zu Zusatzstoffen, den sog. Kutterhilfsmitteln (Diphosphate und die Salze der vier Genußsäuren: Essigsäure, Milchsäure, Zitronensäure und Weinsäure) in Konkurrenz treten. Zu aufgeschlossenem Milcheiweiß ist Sojaprotein ein echtes Konkurrenzprodukt.

KOTTER et al. (1969) verglichen die Wirkungen von Sojaprotein, Milcheiweiß (Natriumcaseinat), Trockenblutplasma und Diphosphate auf Kochverluste und organoleptische Eigenschaften. Sie beurteilten bei den pasteurisierten Würsten die Charge mit Phosphatgemisch als die beste, in absteigender Reihe gefolgt von denen mit Sojaprotein, Milcheiweiß und Trockenblutplasma. Bei autoklavierter Ware konnten die Chargen mit Sojaprotein (trocken und als Emulsion) im Schnittbild überzeugen. Sie waren offensichtlich hitzestabiler als die Chargen, denen Natriumcaseinat zugesetzt wurde. Die Charge mit Trockenblutplasma war denen mit aufgeschlossenem Milcheiweiß und Sojaprotein in einem Brühtest leicht unterlegen, die hergestellten Konserven erwiesen sich jedoch als hitzestabiler.

Nach RAKOSKY (1970) sind Sojaproteine in der Lage, Fleisch zu ersetzen oder zu simulieren, und sie können als Emulgatoren, Gelbildner und Stabilisatoren das Erscheinungsbild, den Geschmack und die Textur fertiger Produkte verbessern. Außerdem sind sie kostengünstiger.

Nach GASSMANN et al. (1986) ist beim Austausch von Fleisch durch Pflanzenproteine das Ausloten des Leistungsvermögens nicht erforderlich, da limitierender Faktor bei der Fleischsubstitution die sensorische Akzeptanz des fertigen Erzeugnisses ist.

Zu einem ähnlichen Resultat kam SEAL (1980), der Brühwürsten unterschiedliche Konzentrationen einer Sojakonzentrat-Fett-Wasser-Emulsion zusetzte. Bei einem Gehalt von über 30 % dieser Emulsion traten sensorische Einbußen auf.

Im Gegensatz zu GASSMANN und KROLL (1984) sowie SEAL (1986) sahen TERREL et al. (1979) die Verwendung von Sojaprotein zur Herstellung von Frankfurter Würstchen nicht vorteilhaft. Im Vergleich zur Kontrollcharge, die ausschließlich aus Fleisch hergestellt war, ergaben sich negative Veränderungen in der Konsistenz und der Saftigkeit der Produkte.

SMITH et al. (1973) stellten ebenfalls Frankfurter Würstchen unter Verwendung von Sojaisolaten, -konzentraten und -mehlen her und verglichen diese mit Produkten, denen andere Proteinzusätze zugesetzt waren und mit einer Kontrollcharge ohne Proteinzusätze und stellten dabei fest, daß Fleisch bei der Herstellung von Brühwurst ein exzellenter "emulsionsstabilisierender" Faktor ist.

Nach MEESTER (1969) macht ein Zusatz von Sojaprotein oder aufgeschlossenem Milcheiweiß zu Brühwürsten mit einem hohen Gehalt an schierem Muskelfleisch keinen Sinn. Einfachqualitäten mit erhöhtem Fettanteil könnten mit geringerem Risiko des Fett- und Geleeabsatz hergestellt werden.

Für die Herstellung von fettreduzierter Brühwurst kann Sojaeiweiß ein wertvoller Zusatzstoff sein (RUDISCHER, 1968), da Sojaeiweiße nahezu fettfrei sind und sie durch ihre gelbildenden Eigenschaften einer Seit-an-Seit-Aggregation von Fleischeiweißfäden gegensteuern können (HÖGG und KOTTER, 1988).

Für die Herstellung von natriumreduzierten und natriumarmen Brühwürsten, bei denen wesentlich niedrigere Konzentrationen an Kochsalz eingesetzt werden können, wäre Sojaeiweiß ein möglicher Hilfsstoff. Nach WIRTH (1988) ist die Empfindung und Toleranz für den Geschmack "salzig" trainierbar, so daß ohne entscheidende Einschränkungen im Genußwert salzverminderte Erzeugnisse hergestellt werden können. Der limitierende Faktor sei die Wasser- und Fettbindung in Brühwurstherzeugnissen.

KOTTER et al. (1969) zeigten in diesem Zusammenhang die Möglichkeit auf, mit Sojaweiß ohne Salzzusatz eine Emulsion zu bilden, bei der es nach Erhitzen zu keiner Wasser- und Fettseparation kommt. Selbst bei Hoherhitzung erwies sich die Sojaproteinemulsion als stabil. In Folge einer zusammenhängenden Koagulation entstand ein fester Körper analog einer Brühwurstfarce. Diese erhitzte Sojaprotein-Emulsion zeigte auch bei der histologischen Untersuchung ein Eiweißnetzwerk, das analog der Brühwurst eine lockere Maschenstruktur aufwies, in das fein emulgierte Fetttröpfchen eingeschlossen waren.

Zur Frage, wie Sojaweiß am besten verarbeitet wird, sind in der Literatur zahlreiche Angaben zu finden.

GERHARDT (1974) empfiehlt entweder trockene Verarbeitung, wobei eine gewisse Staubentwicklung unvermeidlich ist, oder eine Verarbeitung als Voremulsion, wobei Sojaweiß, Fett und Wasser z.B. im Verhältnis 1 : 5 : 5 verarbeitet werden sollten. Bei der Herstellung der Voremulsion soll Sojaweiß im Wasser angerührt und anschließend mit Fett zu einer cremigen Masse gekuttert werden.

AMBROSIADIS (1981) stellte neben der Trockenverarbeitung eine weitere Möglichkeit vor, in der das Sojaweiß als Gelee verarbeitet werden kann. Zur Herstellung des Gelees wird Sojaweiß mit 2 bis 3 Teilen lauwarmem Wasser im Kutter gemischt. Die fertige Geleemasse wird während der Herstellung des Enderzeugnisses zugegeben.

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 MATERIAL

3.1.1 Herstellung der Brühwurst

Die Grundrezeptur der feingekutterten Brühwürste vom Typ *Gelbwurst* und *Lyoner* enthielt:

- 45 % Magerfleisch der Schweineschulter (LS-Nr. 1.121)
- 25 % Schweinerückenspeck (LS-Nr. 1.212)
- 30 % Eis
- weitere Zutaten (g/kg Brätmasse):
 - 18 g Kochsalz bzw. Nitritpökelsalz
 - 1,8 g Na-Citrat
 - 4 g Mischgewürz
 - 0,5 g Na-Glutamat
 - 10 g Zwiebel

Zur besseren Standardisierung wurden Magerfleisch und Rückenspeck getrennt gewolft (3 mm Scheibe) und jeweils gut gemischt. Magerfleisch und Speck wurde danach einige Stunden bei $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, in dünner Schicht auf etwa $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ gekühlt. Das gekühlte Magerfleisch wurde in einem 20 l-Kutter (2122/4245 U/min.) mit 3er-Messerkopf trocken angekuttert; anschließend die weiteren Zutaten sowie die Hälfte des Eises zugegeben. Die Zugabe des gewolften, auf $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ gekühlten Rückenspekkes erfolgte bei der Magerbrättemperatur von $4 - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bei $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ wurde das Resteis zugegeben und auf eine Brätendtemperatur von $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ gekuttert, wobei das Kuttern am Schluß im Langsamgang erfolgte, um die Entlüftung des Bräts zu begünstigen.

Vor der Speckzugabe und vor der Zugabe des Rest-Eises wurde der Kuttervorgang unterbrochen, um den Kutterdeckel auszuräumen und das Brätgut zu durchmischen.

Um durch Rezepturänderungen bedingte Temperaturunterschiede auszugleichen und gleiche Endtemperatur zu garantieren, wurden Magerfleisch und Speck zum Teil leicht angefroren. Die Temperaturkontrolle erfolgte mit einem digitalen Temperatur-Meßgerät der Firma Testotherm.

Das Wurstbrät wurde in Faserdärme mit PVDC-Innenbeschichtung (Kaliber 60 mm) und in Weißblechdosen (Dosenformat Ø 73 * 58 mm, Einwaage 200 g) gefüllt. Die gefüllten Därme wurden 70 min. bei 75 °C im Kochkessel auf eine Kerntemperatur von 72 °C erhitzt, anschließend im Wasserbad auf ca. 20 °C und dann im Kühlraum auf 2 °C gekühlt. Die Dosen wurden im Kessel bei 100 °C 100 min. gekocht und anschließend ebenfalls auf 20 °C und 2 °C abgekühlt.

Bei allen Versuchen mit Sojazugabe ist die Grundrezeptur prozentual im Verhältnis Soja : Fett : Wasser 1 : 4 : 4 ergänzt worden. Der unterschiedliche Eiweißgehalt der Sojaprodukte wurde ebenfalls ausgeglichen, um bei allen Versuchen in den Brühwürsten gleiche Gesamteiweißgehalte zu erhalten.

3.2 METHODIK

3.2.1 Chemische Untersuchungen

3.2.1.1 pH-Wert-Bestimmungen

Der pH-Wert des Fleisches und Bräts ist bei der Brühwurstherstellung ein sehr aussagefähiges Kriterium für die zu erwartende Bindung (KOTTER et al., 1969). Es wurde deshalb notiert, wie Zusätze zum Fleisch-Fett-Wassergemenge den pH-Wert verändern. Die Messung wurde mittels Digital pH-Meter 650 der Fa. Knick elektrometrisch durchgeführt.

3.2.1.2 Vollanalyse

Die Vollanalysen wurden nach den in der "Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG" beschriebenen Methoden durchgeführt (Band I/2 Lebensmittel). Der Wassergehalt wurde durch Trocknung bei 105 °C, der Aschegehalt durch Veraschung bei 550 °C bestimmt. Die Gehalte an Gesamteiweiß wurden nach Kjeldahl, an Bindegewebsprotein über Hydroxypolin und an Fett durch Extraktion nach Soxhlet ermittelt. Sämtliche Analysen wurden als doppelt durchgeführt.

3.2.1.3 Nitrit- und Nitratbestimmung

Die Bestimmung der Nitrit- und Nitratgehalte wurde nach der in der "Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG" beschriebenen Methode durchgeführt. Dabei wird die Probe zuerst einer Extraktion mit heißem Wasser unterzogen. Dann werden die Proteine ausgefällt. Nach einer Filtration wird in der Hälfte des Filtrats Nitrit direkt bestimmt, in der anderen Hälfte das extrahierte Nitrat durch metallisches

Cadmium zu Nitrit reduziert. Durch Zugabe des Filtrats bzw. des angefallenen Säuleneluats zum Reaktionsgemisch aus Sulfanilamid und N-(1-Naphtyl)-Ethylendiammoniumdichlorid entwickelt sich ein roter Farbstoff. Die photometrische Bestimmung des Nitritgehaltes erfolgte bei einer Wellenlänge von etwa 540 nm.

Berechnung:

Der Gehalt an Nitrit wird als Natriumnitrit (NaNO_2) in mg/kg der Probe nach folgender Gleichung berechnet:

$$\text{NaNO}_2 = \frac{m_2 \times F}{m_0}$$

m_2 - aus der Vergleichskurve abgelesene Masse Nitrit in μg , die in 10 ml der Probelösung enthalten ist

m_0 - Probeneinwaage in g

F - Verdünnungsfaktor

Der Nitratgehalt wird als Kaliumnitrat in mg/kg der Probe angegeben.

Der Nitratgehalt wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$G_{\text{KNO}_3} = 1,46 \left(C \times \frac{F}{E} - G_{\text{NaNO}_2} \right)$$

E - Einwaage in g

F - Verdünnungsfaktor

C - aus der Vergleichskurve entnommener Wert in μg

G_{NaNO_2} - Nitritgehalt der Probe in mg/kg

3.2.2 Physikalische Untersuchungen

3.2.2.1 Gravimetrische Bestimmung des Fett- und Geleeabsatzes

Das Fettemulgierungsvermögen und das Wasserbindungsvermögen des Muskelfleisches sind stark von den Verarbeitungsbedingungen abhängig, und befriedigend nur dadurch meßbar, daß man unter Praxisbedingungen Brät herstellt, erhitzt und den abgeschiedenen Fett- und Geleeabsatz mißt (HONICKEL, 1982).

Fett- und Geleeabsatz wurden nur bei den als Dosen hergestellten Brühwürsten bestimmt, da bei diesen die Hitzebelastung des Brätes größer ist. Hierzu wurden die bei 2 °C gelagerten Dosen geöffnet und das Produkt auf ein Papierhandtuch gelegt. Das äußerlich sichtbare, erstarrte Fett wurde abgetrennt, gravimetrisch erfaßt, die Brühwurstprobe leicht mit dem Papierhandtuch abgetupft und gewogen. Die Einwaage (Brätgewicht) der Konserven wurde zur Vereinfachung schon beim Füllvorgang ermittelt. Ausgangsgewicht minus Fett und verbleibendes Brühwurstgewicht ergaben die Menge an Geleeabsatz. Es wurden jeweils 10-fach Bestimmungen durchgeführt.

3.2.3 Sensorische Bewertung

Die sensorische Bewertung wurde in Anlehnung an das DLG-Prüfschema mit einer 5-Punkte-Skala von fünf bis sieben geschulten Prüfern durchgeführt. Die Punkte der Skala waren die einer Benotung von "sehr gut" bis "ungenügend", die allgemeinen Eigenschaftsbeschreibungen waren von "volle Erfüllung der Qualitätserwartung" bis "nicht bewertbar" zuzuordnen (Tab. 4).

Tabelle 4: "DLG-Bewertungsschema" (SINELL et al., 1983)

Punkte	Qualitätsbeschreibung	allg. Eigenschaftsbeschreibung
5	sehr gut	volle Erfüllung der Qualitätserwartung
4	gut	geringfügige Abweichung
3	zufriedenstellend	merkliche Abweichung
2	weniger zufriedenstellend	deutliche Fehler
1	nicht zufriedenstellend	starke Fehler
0	ungenügend	nicht bewertbar

Zur Prüfung wurde nur Frischware herangezogen, wobei die Prüfmerkmale "Aussehen, Farbe und Zusammensetzung", "Konsistenz" sowie "Geruch und Geschmack" beurteilt wurden. Auf die Beurteilung des "Äußeren" wurde verzichtet.

Bei speziellen Fragestellungen wurden zusätzlich auch andere Prüfverfahren angewandt, die an entsprechender Stelle beschrieben sind.

4 ERGEBNISSE

4.1 EINFLUSS DER ZUGABE VON SOJAISOLAT ZU BRÜHWURST - TROCKEN, ALS GEL, ALS EMULSION

Um den Einfluß der verschiedenen Zugabeformen der Sojaprodukte zu prüfen, wurde das Sojaisolat

- a) pulvrig am Anfang des Kutterprozesses dem Magerfleisch zugesetzt; anteilig (1 : 4 : 4) wurden auch Wasser und Fett beigegeben;
- b) als Gel verarbeitet, indem ein Teil Sojaisolat mit vier Teilen lauwarmem Wasser im Kutter vermischt wurde bis ein homogenes Gel mit "Eiweißglanz" entstand, das am Anfang der Kutterung dem Magerfleisch zugesetzt wurde;
- c) als Voremulsion, bestehend aus einem Teil Sojaisolat, vier Teilen Wasser und vier Teilen Fett, beim Kutterprozeß gleichzeitig mit dem Fett zugesetzt. Zur Herstellung der Voremulsion wurden zuerst die Sojaprodukte mit lauwarmem Wasser gekuttert, nach Erreichen der Gelform wurde das vorgewolfte Fett dem Gel zugesetzt und feingekuttert.

4.1.1 pH - Wert

Der pH-Wert des verwendeten Sojaisolats lag bei 6,90. Es stellt sich die Frage, wie der pH-Wert des Brätes durch Zusatz verschiedener Mengen von Sojaisolat und dessen verschiedene Zustandsformen beeinflusst wird. Die Vergleichscharge ohne Sojaisolat wies einen pH-Wert von 5,99 auf.

Tabelle 5: pH-Werte der Brätmasse bei verschiedenen Konzentrationen und verschiedenen Zusatzformen des Isolats

Konzentration des Isolats	Zusatzformen		
	- trocken	- Gel	- Emulsion
0 %	5,99	5,99	5,99
1 %	6,06	6,07	6,07
3 %	6,16	6,19	6,10
5 %	6,23	6,23	6,26
7 %	6,43	6,41	6,39

Wie zu erwarten war, stieg mit Zunahme der Sojaisolat-Konzentration der pH-Wert; die verschiedenen Zusatzformen zeigten praktisch keinen Einfluß.

4.1.2 Chemische Analyse

Wie aus dem Versuchsansatz zu erwarten, ergab die chemische Analyse für die drei untersuchten Verarbeitungsformen von Sojaweiß gleiche chemische Werte, so daß hier nur eine Versuchsreihe dargestellt wird.

Tabelle 6 : Ergebnisse der chemischen Analyse bei Sojaisolat-Zugabe, trocken

	Wasser %	Asche %	Fett %	GE %	BG %	BEFFE *)
Grundrezeptur	63,8	2,2	23,9	10,2	0,7	9,5
1 % Isolat	62,1	2,3	25,8	10,2	0,6	8,6
3 % Isolat	59,7	2,3	27,6	10,2	0,7	6,7
5 % Isolat	57,2	2,2	30,2	10,1	0,6	4,9
7 % Isolat	54,2	2,2	33,3	10,2	0,6	3,1

*) errechnet: $BEFFE = GE - BG - SE$

GE = Gesamteiweiß, BG = Bindegewebeisweiß, SE = Sojaweiß

Der Gesamteiweißgehalt ist im wesentlichen konstant. Der Wassergehalt der Versuchschargen nahm mit steigender Konzentration an Sojaisolat ab. Der Fettgehalt erhöhte sich mit steigender Konzentration an Sojaisolat. Eine drastische Reduktion ergibt sich erwartungsgemäß für den BEFFE-Gehalt mit steigendem Einsatz von Sojaisolat.

4.1.3 Fett- und Geleeabsatz

Die Abbildung 1 zeigt den Einfluß unterschiedlicher Sojaisolat-Konzentrationen und der verschiedenen Verarbeitungszustände auf Fett- und Geleeabsatz.

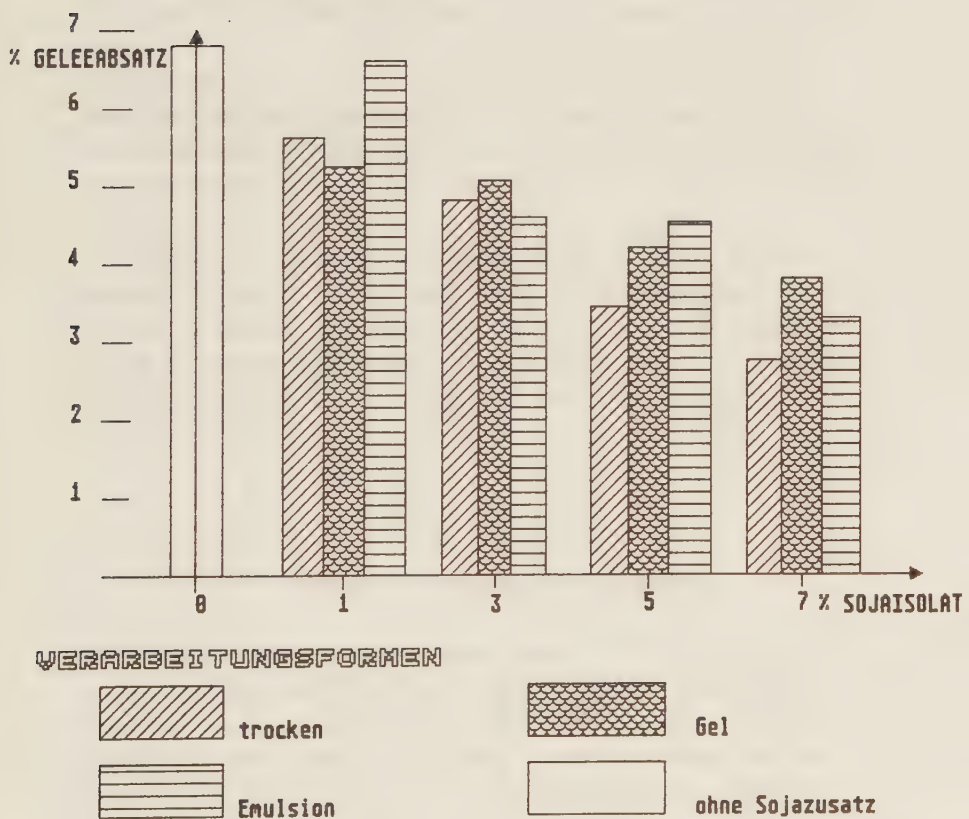


Abb. 1: Geleeabsatz (in %) bei verschiedenen Sojaisolat-Konzentrationen und unterschiedlichen Verarbeitungsformen

Hier zeigt sich eine Abnahme des Geleeabsatzes (Fettabsatz trat bei der Verarbeitung des Isolats nicht auf) mit steigender Verarbeitung des Soja-isolats. Eine Bewertung der Verarbeitungsformen auf den Geleeabsatz wurde nicht vorgenommen, weil sich die Vertrauensbereiche der Mittelwerte ($P = 0,05$) zwischen den Proben gleicher Konzentrationen an Soja-isolat stark überlappten und die Anzahl (n) der zu vergleichenden Proben zu klein war.

4.1.4 Sensorische Bewertung

4.1.4.1 Einfluß der Zugabeform des Sojaisolats auf die Konsistenz (Textur) der Brühwurst

Hierzu wurden jedem Prüfer die drei Proben (trocken, Gel und Emulsion) jeder Konzentrationsstufe des Sojaisolats vorgelegt und mittels Rangordnungsprüfung auf das Prüfmerkmal Konsistenz beurteilt.

Die Rangordnungsprüfung ist ihrem Prinzip nach eine mehrfach wiederholte paarweise Unterschiedsprüfung. Sie ist bestens dafür geeignet, ein bestimmtes Merkmal seiner Reihenfolge nach zu ordnen. (KIERMEIER und HAEVECKER, 1972)

Die Produkte mit Gelverarbeitung wurden in der Konsistenz am besten beurteilt. Die Erzeugnisse, bei denen Isolat trocken verarbeitet worden war, wurden denjenigen mit Emulsionsverarbeitung vorgezogen. Die Unterschiede hinsichtlich der Konsistenz beruhen auf einer 99 %igen Sicherheit. Die Rangordnungsprüfung wurde nach JELLINEK (1981) durchgeführt.

4.1.4.2 Sensorische Gesamtbeurteilung mittels 5-Punkte Schema

Die sensorische Untersuchung der pasteurisierten Frischware wurde durch fünf Prüfer einzeln mit verschlüsselten Proben durchgeführt. Die Mittelwerte der sensorischen Prüfungen der Produkte mit Sojaisolat sind im folgenden aufgeführt. Auf die Darstellung der Einzelergebnisse wird verzichtet, da z.T. keine gesicherten statistischen Unterschiede zwischen den Proben festgestellt wurden.

Tabelle 7 : Sensorische Qualität der mit verschiedenen Konzentrationen Sojaisolat und unterschiedlichen Zugabeformen hergestellten Brühwürste (Gelbwurst)

Sojaisolatkonzentration:		0 %	1 %	3 %	5 %	7 %
Aussehen Farbe	a		4,2	4,4	4,6	5,0
	b	4,2	4,4	4,6	4,8	4,8
	c		4,4	4,6	4,4	4,4
Konsistenz	a		3,6	3,8	3,6	3,6
	b	4,0	4,2	3,6	3,8	3,8
	c		4,0	3,6	3,6	3,2
Geruch Geschmack	a		4,0	3,4	3,6	3,0
	b	4,4	4,2	3,4	3,6	3,4
	c		4,2	3,8	3,4	3,0
Gesamt- bewertung	a		3,9	3,9	3,9	3,9
	b	4,2	4,3	3,9	4,1	4,0
	c		4,2	4,0	3,8	3,5

a = Trockenverarbeitung

b = Gelverarbeitung

c = Emulsionsverarbeitung

In **Aussehen** und **Farbe** wurden die Proben mit steigendem Sojaisolatzusatz besser beurteilt. Dieses Phänomen dürfte zum großen Teil auf die rezepturbedingte Erhöhung des Fettanteiles (s. 4.1.2.) zurückzuführen sein. Darüber hinaus ist zu bemerken, daß die Erzeugnisse mit Emulsionszusatz schlechter bewertet wurden, obwohl bei weißer Ware eine zusätzliche Zerkleinerung des Speckanteils grundsätzlich zur erwünschten hellen Farbe führt. Hier wurde aber von einigen Prüfern die übertriebene unnatürliche Helligkeit bemängelt.

Die Beurteilung der **Konsistenz** führte bei vermehrtem Sojaeinsatz im Mittel zu einer geringfügig schlechteren Bewertung. Auch hier erzielten die mit Gelzusatz hergestellten Chargen in der Tendenz eine geringfügig bessere Bewertung gegenüber denen der Trockenverarbeitung von Sojaisolat. Die Verwendung von Voremulsion führte vor allem in der höchsten Konzentration zur stärkeren Abwertung der Produkte.

Für **Geruch** und **Geschmack** ergab sich im Mittel eine schlechtere Bewertung, die in erster Linie auf einer Abflachung im Fleischaroma beruht. Bei höherer Soja-Konzentration wurden die Produkte als salziger bewertet, wogegen spezieller Sojageruch und -geschmack nur beim höchsten Sojazusatz auftrat. Die Verarbeitung als Gel erwies sich auch in Geruch und Geschmack am besten.

Für die Gesamtbewertung ergab sich bei steigendem Sojaisolatzusatz im Mittelwert eine geringfügige Abnahme, die jedoch insofern zu relativieren ist, als sich für Aussehen und Farbe eine höhere Bewertung (z.T. rezepturbedingt) in der Konsistenz, vor allem aber im Geruch und Geschmack eine deutlich geringere ergaben. Ein deutlicher Unterschied zu der Vergleichsprobe wurde von diesem geschulten Prüfersteam bei 1 %igem Gehalt nicht, bei 3 %igem Gehalt nur schwer erkannt.

Zusammengefaßt ist festzustellen:

1. Mit zunehmender Konzentration des Sojaisolats erhöhte sich der pH-Wert der fertigen Brätmasse kontinuierlich, bedingt durch den höheren pH-Wert des Isolates.
2. Mit der rezepturmäßigen Anwendung von Sojaisolat kommt es
 - a) zu einem Austausch von BEFFE gegen Sojaeiweiß, der Gesamteiweißgehalt bleibt konstant. Der BEFFE-Wert verringert sich bei einer Konzentration von 7 % Isolat gegenüber der Kontrolle von 9,5 % auf 3,1 %.
 - b) zu einer kontinuierlichen Senkung des Wassergehaltes und zugleich zu einem kontinuierlichen Anstieg des Fettgehaltes in der fertigen Brätmasse
3. Steigende Konzentration an Sojaisolat führt in der Tendenz zur Verringerung des Geleeabsatzes, unabhängig von der Verarbeitungsform.
4. Bei der Beurteilung des Gesamteindrucks wurden die Produkte mit Gelverarbeitung denen der Trockenverarbeitung vorgezogen. Die Emulsionsverarbeitung wurde am schlechtesten bewertet.
5. Steigender Sojaisolatesatz führt in der sensorischen Bewertung im Prüfmerkmal Konsistenz zu geringfügiger Abwertung, bei der Beurteilung von Geruch und Geschmack zu wesentlich schlechterer Bewertung, begründet im Abflachen des Fleischaromas.
6. Sojaisolat-Konzentrationen von 1 %, mit Abstrichen auch von 3 % sind selbst von geschulten Prüfern sensorisch nicht oder nur schwer zu ermitteln.

4.2 EINFLUSS DER ZUGABE VON SOJAKONZENTRAT ZU BRÜHWURST - TROCKEN - ALS GEL - ALS EMULSION

Um Vergleichbarkeit bei der Sojakonzentrat-Verarbeitung mit der Verarbeitung des Isolats in allen Prüfkriterien zu gewährleisten, wurde im Versuchsansatz mit proteingleichen Teilen gearbeitet. Um gleiche Gesamteiweißgehalte zu erreichen, wurden der Proteingehalt des Sojaisolats mit dem Proteingehalt des Sojakonzentrats ins Verhältnis gesetzt und die Rezepturen in den einzelnen Konzentrationsstufen entsprechend dem Verhältnisfaktor 1,3 angehoben. Die Ergänzung der Rezeptur um vier Teile Wasser und vier Teile Fett pro Teil Soja-Aequivalent blieb gleich, ebenso die Herstellung des Gels und der Voremulsion.

4.2.1 pH-Wert

Der pH-Wert des Sojakonzentrats war 7.0. Ein Einfluß der Verarbeitungsform des Konzentrats (trocken, als Gel, als Emulsion) auf den pH-Wert wurde nicht festgestellt.

Tabelle 8: pH-Werte der Brätmasse bei verschiedenen Konzentrationen des Sojakonzentrats

Konzentrationen	pH-Wert
0 % Konzentrat (Vergleichscharge)	5,85
1,3 % Konzentrat	5,98
3,9,% Konzentrat	6,13
6,5 % Konzentrat	6,28
9,1 % Konzentrat	6,51

Wie beim Sojaisolat steigt der pH-Wert mit zunehmender Sojakonzentrat-Konzentration.

4.2.2 Chemische Analyse

Auch bei der Verwendung des Sojakonzentrats, wurden wie beim Isolat, nahezu identische Analysenwerte ermittelt. Deshalb wurde auf die Einzeldarstellung der weiteren Versuchsreihen verzichtet.

Tabelle 9: Ergebnisse der chemischen Analyse bei Sojakonzentrat-Zugabe, trocken

	Wasser %	Asche %	Fett %	GE %	BG %	BEFFE *)
Grundrezeptur	63,8	2,2	23,9	10,2	0,7	9,5
1,3 % Konzentrat	61,2	2,3	25,9	10,1	0,8	8,4
3,9 % Konzentrat	59,6	2,3	26,4	10,2	0,9	6,6
6,5 % Konzentrat	55,3	2,4	30,1	10,0	0,8	4,7
9,1 % Konzentrat	52,9	2,5	32,6	10,1	0,8	2,9

*) errechnet: $BEFFE = GE - BG - SE$

GE = Gesamteiweiß; BG = Bindegewebeisweiß, SE = Sojaisol

Bei Verwendung von Sojakonzentrat stellen sich praktisch gleiche Veränderungen der chemischen Parameter der Vollanalyse wie bei der Verwendung von Sojaisolat ein. Auch hier kann man mit steigendem Sojaeinsatz die Verdrängung von Fleischeiweiß und damit das Absinken des BEFFE-Wertes beobachten.

4.2.3 Fett- und Geleeabsatz

Wie bei den Versuchen mit Sojaisolat trat auch bei der Verwendung von Sojakonzentrat kein Fettabsatz auf.

Die Beeinflussung des Geleeabsatzes ist ähnlich wie bei der Isolatzugabe, so daß im Mittel der Geleeabsatz mit steigender Konzentration an Sojakonzentrat verringert wurde. Eine Rangordnung in Bezug auf den Geleeabsatz der verschiedenen Verarbeitungsformen konnte auch hier nicht festgestellt werden, (Abb. 2).

Vergleicht man aber die Beeinflussung bei den beiden höchsten Konzentrationen von Isolat und Konzentrat, so beobachtet man günstigere Tendenz bei der Verwendung von Konzentrat in Bezug auf Geleeabsatz, was mit dem Kohlenhydratanteil zusammenhängen kann, denn die Proteinanteile waren gleich.

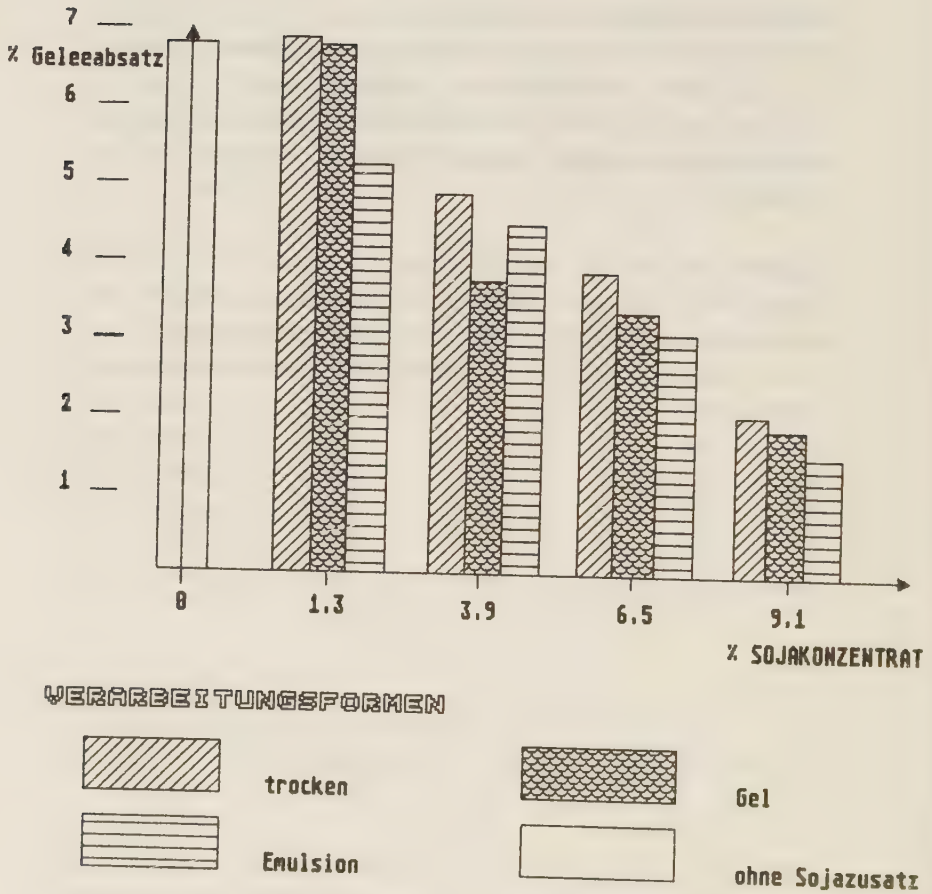


Abb. 2: Geleeabsatz (in %) bei verschiedenen Sojakonzentrat-Konzentrationen und unterschiedlichen Verarbeitungsformen

4.2.4 Sensorische Bewertung

4.2.4.1 Einfluß der Zugabeform des Sojakonzentrats auf die Konsistenz (Textur) der Brühwurst

Der Einfluß der Zugabeform des Sojakonzentrats auf die Konsistenz wurde, wie auch bei der Verwendung von Sojaisolat, durch Rangordnungsprüfung bestimmt.

Die Produkte mit Gelverarbeitung wurden in der Konsistenz am besten beurteilt. Die Erzeugnisse, bei denen Konzentrat trocken verarbeitet worden war, wurden denjenigen mit Emulsionsverarbeitung vorgezogen. Die Unterschiede hinsichtlich der Konsistenz beruhen auf einer 99 %igen Sicherheit. Die Rangordnungsprüfung wurde nach JELLINEK (1981) durchgeführt.

4.2.4.2 Sensorische Gesamtbeurteilung mittels 5-Punkte-Schema

Ähnliche Tendenzen wie bei den Sojaisolatproben spiegeln sich auch in der Tabelle 10 der Sojakonzentratproben wieder.

Tabelle 10: Sensorische Qualität der mit Zugabe verschiedener Konzentrationen Sojakonzentrat, in verschiedenen Zugabeformen, hergestellten Brühwürste (Gelbwurst)

Sojakonzentrat-Konzentration		0 %	1 %	3 %	5 %	7 %
Aussehen Farbe	a		4,4	4,4	4,6	4,6
	b	4,2	4,4	4,2	4,4	4,2
	c		4,4	4,2	4,2	4,0
Konsistenz	a		3,6	3,8	3,6	3,0
	b	4,0	3,8	3,4	3,8	3,0
	c		3,6	3,2	2,6	2,2
Geruch Geschmack	a		4,0	3,8	3,6	2,8
	b	4,4	4,2	3,8	3,8	3,0
	c		3,8	3,2	2,4	2,0
Gesamt- bewertung	a		4,0	4,0	3,9	3,5
	b	4,2	4,1	3,8	4,0	3,4
	c		3,9	3,5	3,0	2,7

a = Trockenverarbeitung

b = Gelverarbeitung

c = Emulsionsverarbeitung

Aussehen und **Farbe** wurden auch hier, mit zunehmendem Sojakonzentrat-zusatz teilweise gleich oder besser beurteilt als die Vergleichsprobe.

In **Konsistenz** wurden die Produkte mit steigendem Sojakonzentratzusatz geringfügig abgewertet. Das Produkt mit der höchsten Konzentration an Sojakonzentrat zeigte deutlichen Abfall in der Bewertung der Konsistenz. Die Proben mit Gelverarbeitung konnten gegenüber denen der Trockenverarbeitung keine Vorteile verbuchen. Die Erzeugnisse, bei denen Konzentrat als Voremulsion verarbeitet worden war, wurden auch hier deutlich schlechter bewertet.

In **Geruch** und **Geschmack** wurden mit Ausnahme der Erzeugnisse mit höchster Konzentration alle Proben mit gut (3,8 bis 4,2 und 3,6 bis 4,0) bewertet. Nur die Proben der Emulsionsreihe und die der höchsten Konzentrationsstufen wurden sowohl in Geruch als auch in Geschmack deutlich abgewertet.

In der Gesamtbewertung sank das Niveau gegenüber der Vergleichsprobe geringfügig, mit Ausnahme der Erzeugnisse der größten Konzentrationen an Sojazusatz, die stärker abgewertet wurden. Unterschiede zur Vergleichsprobe wurden von den Prüfern bei den Produkten mit 1 %igem Sojakonzentratzusatz in etwas stärkerem Umfange festgestellt.

Im Vergleich der Werte der Tabelle 10 (Sojakonzentrat-Verarbeitung) mit denen der Tabelle 7 (Isolatverarbeitung), schnitten die Produkte, bei denen Sojaisolat verarbeitet wurde, in der Gesamtbewertung um Nuancen besser ab. Bei den Produkten mit der höchsten Sojazugabemenge war der Qualitätsabfall bei der Sojakonzentrat-Verarbeitung im Vergleich zur Sojaisolat-Verarbeitung deutlich stärker.

Zusammengefaßt ist festzustellen:

1. Der pH-Wert des Brätes erhöht sich mit steigendem Anteil an Sojakonzentrat.
2. Mit steigendem Gehalt an Sojakonzentrat verringert sich der BEFFE-gehalt der Proben.
3. Der Geleeabsatz kann mit steigendem Anteil an Sojakonzentrat reduziert werden. Die Reduzierung ist größer als bei den vergleichbaren Sojaisolatzugaben.
4. Die Rangordnungsprüfung in Bezug auf die Konsistenz stellt zwar die Gelverarbeitung am günstigsten dar, dieses Ergebnis wird aber durch die 5-Punkte Gesamtbewertung nicht eindeutig bestätigt. Zum Teil wird die Trockenverarbeitung positiver bewertet.
5. Nur die höchste Konzentration an Sojakonzentrat führte zu einem deutlichen Punktabzug in der sensorischen Bewertung.
6. Auch bei der Sojakonzentratverwendung war es, wie schon bei der Verwendung von Sojaisolat, den Prüfern nicht oder nur eingeschränkt möglich, sensorische Unterschiede bei den Produkten der beiden niedrigsten Konzentrationen (1,3 % und 3,9 %) von Sojakonzentrat, im Vergleich zur Kontrollcharge eindeutig festzustellen.

4.3 EINFLUSS DER ZUGABE VON SOJAMEHL ZU BRÜHWURST

In Vorversuchen wurde eine wesentlich schlechtere Eignung des Sojamehls als Zusatz zu Brühwurst beobachtet. Daraus resultierend wurde auf den Vergleich der Zugabeformen verzichtet und Sojamehl nur trocken (als Pulver) verarbeitet.

4.3.1 pH-Wert

Der pH-Wert des verwendeten Sojamehls war 6,70. Die Vergleichscharge ohne Sojamehl wies einen Wert von 5,91 auf.

Tabelle 11: pH-Werte der Brätmasse bei verschiedenen Konzentrationen des Sojamehls.

Konzentration des Sojamehls	pH-Wert
0 %	5,91
1,8 %	6,04
5,5 %	6,14
9,1 %	6,29
12,7 %	6,45

4.3.2 Chemische Analyse

Tabelle 12: Ergebnisse der chemischen Analyse bei Sojamehl-Zugabe,
trocken

	Wasser %	Asche %	Fett %	GE %	BG %	BEFFE ^{*)}
Grundrezeptur	63,8	2,2	23,9	10,2	0,7	9,5
1,8 % Sojamehl	62,8	2,3	23,7	10,2	0,9	8,4
5,5 % Sojamehl	59,6	2,4	25,7	10,4	0,9	6,7
9,1 % Sojamehl	55,8	2,6	27,6	10,3	0,9	4,8
12,7 % Sojamehl	52,5	2,6	29,7	10,4	0,8	3,2

^{*)} errechnet: $BEFFE = GE - BG - SE$

GE = Gesamteiweiß; BG = Bindegewebsprotein, SE = Sojaprotein

Auch bei der Sojamehlverarbeitung konnten die Gesamteiweißwerte auf etwa gleichem Niveau gehalten werden, daraus resultierend wurden sinkende BEFFE-Gehalte festgestellt.

4.3.3 Fett- und Geleeabsatz

Im Gegensatz zu den Produkten mit Sojaisolat- und Sojakonzentrat-Zusatz trat bei Verarbeitung von Sojamehl neben Gelee- auch Fettabsatz auf.

Bei den Produkten mit den beiden geringsten Konzentrationen von Sojamehl (1,8 % und 5,5 %) trat nicht wie bei Isolat- und Konzentratverwendung eine Reduzierung, sondern eine Erhöhung des Fett- und Geleeabsatzes auf. Erst bei den beiden Erzeugnissen mit den höchsten Konzentrationen von Sojamehl (9,1 % und 12,7 %) wurde eine, wenn auch nur geringe Reduzierung des Fett- und Geleeabsatzes erreicht, (Abb. 3).

**% FETT- UND
GELEEABSATZ**

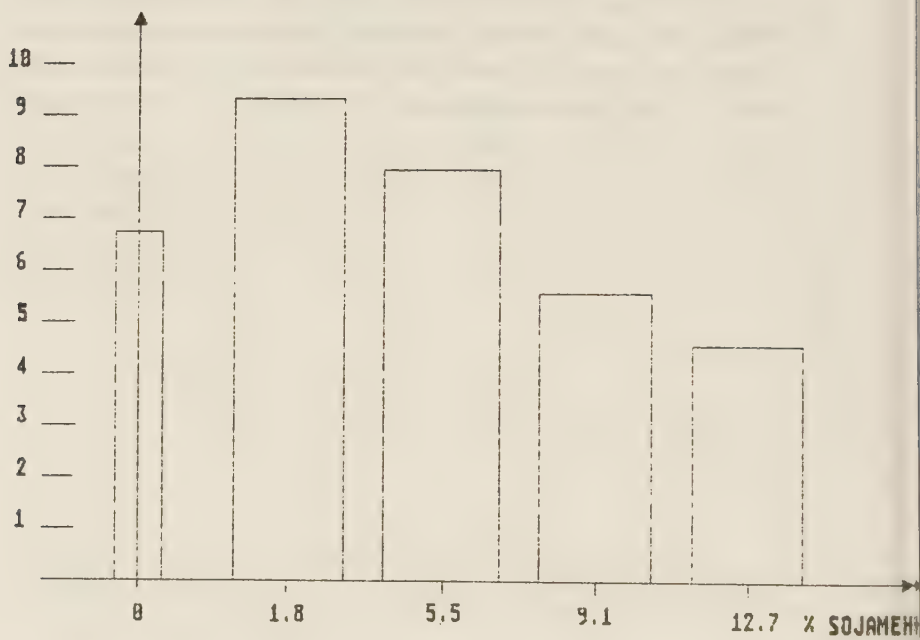


Abb. 3: Fett- und Geleeabsatz bei verschiedenen Sojamehl-Konzentrationen

4.3.4 Sensorische Bewertung

Auf die Rangordnungsprüfung hinsichtlich Konsistenz (Textur) wurde, wie einleitend beschrieben, verzichtet.

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der sensorischen Beurteilung der Brühwürste nach dem 5-Punkte-Schema zusammengestellt. Mit zunehmendem Sojamehleinsatz kommt es im Prüfmerkmal Aussehen und Farbe zu erheblichen Abwertungen.

Sowohl in der Konsistenz als auch in Geruch und Geschmack wurden den Erzeugnissen mit höheren Konzentrationen an Sojamehl (9,1 % und 12,7 %) deutliche bzw. starke Fehler bescheinigt, die einige Prüfer sogar als nicht bewertbar beschrieben. Hier bestand auch für das gesamte Prüferteam keinerlei Schwierigkeit das Erzeugnis mit dem geringsten Sojamehlzusatz gegen die Vergleichsprobe (ohne Sojazusatz) abzugrenzen.

Tabelle 13: Sensorische Qualität der mit verschiedenen Konzentrationen Sojamehl hergestellten Brühwürste

Sojamehlkonzentration: Vergleichscharge	0 %	1,8 %	5,5 %	9,1 %	12,7 %
Aussehen, Farbe	4,2	3,6	3,8	3,8	2,8
Konsistenz	4,0	3,8	3,8	2,6	1,2
Geruch, Geschmack	4,4	3,8	3,0	2,2	1,2
Gesamtbewertung	4,2	3,7	3,5	2,9	1,7

Zusammengefaßt ist festzustellen:

Der Einsatz von Sojamehl konnte weder den Fett- noch den Geleeabsatz positiv beeinflussen (vermindern). Auch wurden diese Erzeugnisse sensorisch nicht akzeptiert.

4.4 EINFLUSS DER ZUGABE VON SOJAISOLAT UND AUFBEREITETEN SEHNEN ZU BRÜHWURST

Nachdem sich aus den bisherigen Ergebnissen herauskristallisiert hatte, daß sich Sojaisolat sehr gut, und zwar bis zu einer Konzentration von 5 %, zu Brühwurstprodukten eignet, wurde in einem weiteren Versuchsansatz geprüft, inwieweit Mängel in der Konsistenz durch Zugabe von aufbereitetem Bindegewebe reduziert werden können.

Eingesetzt wurden aufbereitete Sehnen vom Rind, die nach REICHERT (1981) Schwarten vorzuziehen sind, weil sie geringeres Leimigwerden hervorrufen und weitgehend geschmacksneutral sind.

Die zugesetzten Rindersehnen wurden erst gewolft (8 mm-Scheibe), anschließend mit Zusatz von Eis (50 % entsprechend) im Kutter weiterzerkleinert und dann mit einer Feinstzerkleinerungsmaschine (2 mm-Scheibe) zu einem Sehnenbrei verarbeitet. Die so aufbereiteten Sehnen wurden auf 0 °C abgekühlt und anteilmäßig den Chargen zum Zeitpunkt der Fettzugabe zugesetzt.

Rezeptur (Charge I):

24,7 %	Schweineschulter (LS-Nr. 1.121)
33,8 %	Schweinerückenspeck (LS-Nr. 1.212)
36,5 %	Eis
5 %	Sojaisolat
0 %	Sehnen (feinstzerkleinert)

In Charge II wurden 1 %, in Charge III wurden 3 % Sehnen eingearbeitet. Der Anteil der Schüttung wurde dabei berücksichtigt und entsprechend korrigiert.

Auf die Durchführung einer Vollanalyse wurde verzichtet, da bei einem Zusatz von 5 % Sojaisolat der in den Leitsätzen geforderte BEFFE-Wert nicht erreicht wird und Sehnenzusätze den BEFFE-Wert noch weiter erniedrigen, also eingeführte Verkehrsbezeichnungen ohnehin nicht angewendet werden dürfen, und zwar selbst dann nicht wenn die Zusätze deklariert wurden.

4.4.2 Sensorische Bewertung

4.4.2.1 Rangordnungsprüfung auf Konsistenz (Textur)

Bei der Rangordnungsprüfung wurde die Charge III mit 3 % Sehnen am besten, die Charge II mit 1 % Sehnen am zweitbesten und die Charge I ohne Sehnen am schlechtesten bewertet.

Die Rangordnungsprüfung wurde von sechs Prüfern durchgeführt. Das Ergebnis beruht auf 99 %iger Wahrscheinlichkeit. Die Rangordnungsprüfung wurde nach JELLINEK (1981) durchgeführt.

4.4.2.2 Sensorische Gesamtbeurteilung mittels 5-Punkte-Schema

Tabelle 14: Einfluß des Sehnenzusatzes auf die sensorische Qualität der mit 5 % Sojaisolat hergestellten Brühwürste (Gelbwurst)

	0 % Sehnen	1 % Sehnen	3 % Sehnen
Aussehen, Farbe	4,8	4,8	4,8
Konsistenz	3,0	3,5	3,8
Geruch, Geschmack	3,3	3,5	3,5
Gesamturteil	3,7	3,9	4,0

Sehnenzusatz hat keinerlei Auswirkungen auf Aussehen und Farbe.

Die Konsistenz dagegen konnte, wie auch schon bei der Rangordnungsprüfung festgestellt, deutlich verbessert werden.

Geruch und Geschmack wurden bei den Proben mit Sehnenzusatz geringgradig besser beurteilt, womit zumindest die Geschmacksneutralität von Sehnen bestätigt wird.

Zusammengefaßt ist festzustellen:

1. Durch Zusatz von 1 % bzw. 3 % Sehnen konnte die Konsistenz (Textur) der 5 % Sojaisolat enthaltenden Brühwürste deutlich verbessert werden.
2. Dieser Sehnenzusatz beeinflusste Geruch und Geschmack nicht negativ, sondern verursachte geringgradige Verbesserung dieser beiden Merkmale.

4.5 EINFLUSS DER ZUGABE VON SOJAISOLAT UND SCHWEINEBLUT AUF FARBE UND NITRAT-NITRITGEHALT UMGERÖTETER BRÜHWURST

Da das Myoglobin des Fleisches Basis für die Farbbildung umgeröteter Brühwürste ist, stellt sich die Frage, inwieweit die Farbe solcher Fleisch-Erzeugnisse durch Zugabe steigender Konzentrationen an Sojaweiß beeinflusst wird. In anderen EG-Ländern wird einem Verblassen der Produkte durch Zusatz von Blut gesteuert. Deshalb wurden drei Brühwurstchargen hergestellt, bei denen Schweineblut in den in Tabelle 15 angegebenen Konzentrationen zugesetzt und die dann mit den blutfreien Kontrollen verglichen wurden.

Tabelle 15: Rezepturen der Brühwürste und Angabe der Konzentrationen des zugesetzten Schweineblutes in %

Chargen	I	II	III
Schweinefleisch, Schier	45	33	25
Rückenspeck	25	30	34
Eis	30	34	36
Sojaisolat	0	3	5
zusätzliche Schweineblutmenge	0,6	0,8	1

Das schlachtfrische Schweineblut war zur Gerinnungshemmung mit Natriumcitrat versetzt. Die Zugabe des Sojaisolats erfolgte als Gel. Als Kontrolle diente eine Charge ohne Sojaisolat und ohne Blutzusatz. Die Brühwurstproben wurden mittels 5-Punkte-Skala in Aussehen und Farbe beurteilt.

Tabelle 16: Durchschnittliche Bewertung von Farbe und Aussehen der Brühwürste

Chargen	I	II	III
ohne Blut	4,75	1,75	1,75
mit Blut	3,25	4,0	4,25

Die Kontrollcharge ohne Sojaisolat-Zusatz und ohne Blut wurde mit 1,75 Punkten am besten bewertet, gefolgt von der Charge III mit 1 % Blutzusatz, die 4,25 Punkte erhielt, obwohl diese um 20 % weniger Magerfleisch enthielt.

Die Chargen II und III ohne Blutzusatz wurden nur mit 1,75 Punkten bewertet. Bei einem Zusatz von 0,8 % und 1 % Blut wurden diese Chargen mit 4,0 und 4,25 Punkten in Aussehen und Farbe erheblich besser bewertet.

Blutzusatz zur Vergleichscharge (Kontrolle) führte zur Bewertung "unnatürliche Rotfärbung" und wurde mit 3,25 Punkten bewertet.

4.5.1 Einfluß der Zugabe von Sojaisolat auf Rest-Nitrit- und Nitratgehalte

Da der Verdacht geäußert wurde, daß bei einer Verminderung des Fleischanteils durch Sojaproteinzusätze, wegen des geringen Anteils an nitrosierbarer Substanz, höhere Rest-Nitritgehalte zu erwarten sind, wurden umgerötete Brühwürste mit und ohne Zusatz von Sojaisolat verglichen. Die Ergebnisse der Rest-Nitrit- und Nitratbestimmungen sind in Tabelle 17 zusammengefaßt. Zusätzlich wurde der Nitratgehalt umgerechnet auf Nitrit und eine Summe erstellt, die den Rest-Nitrit- und Nitratgehalt, berechnet als Natriumnitrit, beinhaltet.

Tabelle 17: Rest-Nitrit- und Nitratgehalte der Brühwürste

	NaNO ₂ mg/kg	KNO ₃ mg/kg	Summe NaNO ₂ +KNO ₃ als NaNO ₂
Charge I / 0 % Sojaisolat	42,4	31,1	63,6
Charge II / 3 % Sojaisolat	38,2	36,1	62,8
Charge III / 5 % Sojaisolat	41,6	32,9	64,1

Das verwendete Wasser enthielt 1,79 mg/kg Nitrat.

Zusammengefaßt ist festzustellen:

1. Einem Verblässen der umgeröteten Brühwurst durch Sojaproteinzusätze kann durch Einfärben mit Blut gesteuert werden.
2. Durch Verringerung des Fleischanteils kommt es zu keinem Anstieg der Rest-Nitrit- und Nitratgehalte.

4.6 HERSTELLUNG VON NATRIUMREDUZIERTEN UND NATRIUMARMEN BRÜHWÜRSTEN UNTER VERWENDUNG VON SOJAKONZENTRAT

Es wurden acht Chargen mit unterschiedlich hohen Konzentrationen an Sojakonzentrat von 5 %, 3 %, 2 % und 0 % hergestellt, wobei das Verhältnis von Fleisch zu Speck zu Wasser jeweils unverändert 50 : 25 : 25 war. Die Zugabe von Kochsalz betrug bei vier Chargen 1 %, bei weiteren Chargen 0,2 % bezogen auf die gesamte Brätmasse. Pro Kg Brät wurden 5 g Mischgewürz zugegeben. Der Gehalt des zugesetzten Sojakonzentrates an Natrium betrug 0,1 %.

Die Chargen mit 2 % bzw. 3 % Sojakonzentrat wurden unter Gelverwendung hergestellt, da sich die Gelverarbeitung aus den voraus beschriebenen Versuchen als die günstigste in Hinblick auf Konsistenz, Geruch und Geschmack erwiesen hatte.

Das gewolfte, auf 0 °C gekühlte Fleisch (pH-Wert 5,9 bis 6,0) wurde im Langsamgang drei Runden trocken gekuttet, dann mit Salz und Gewürzen versetzt. Anschließend wurde unter portionsweiser Zugabe der gesamten Eisschüttung ein Magerbrät hergestellt, wobei die Eisschüttung um die Masse verringert war, die zum Vorquellen des Sojagels verwendet wurde (1 Teil Sojakonzentrat auf vier Teile Wasser).

Bei der Charge mit 5 % Sojagehalt wurde das Konzentrat trocken zu Beginn des Kutterungsprozesses zugegeben, weil sonst keine ausreichende Menge Eis zur Kühlung des Fleisches sowie zur Aufnahme des löslichen Eiweißes und des Salzes (Lösungsmittel) beim Kutterprozeß zur Verfügung gestanden hätte.

Bei der Temperatur des mit Eis versetzten Magerbrätes von 0 °C wurde das vorbereitete Gel untergemischt und dann die rezeptierte Menge Speck zugeben. Das Brühwurstbrät wurde auf eine Endtemperatur von 14 °C gekuttert.

Teilmengen der Bräte wurden in wasserundurchlässige Hüllen (Kaliber 45 mm) gefüllt. Ein Teil der etwa 200 g-weise abgefüllten Bräte wurde anschließend eine Stunde bei 85 °C, der andere Teil eine Stunde bei 72 °C gebrüht. Die Kerntemperaturen betrugen 83 °C +/- 1 °C und 70 °C +/- 1 °C. Anschließend wurden die Würste in Leitungswasser gekühlt und bei 2 °C gelagert. Der jeweilige Rest der Bräte wurde über Nacht im Gefrierbeutel tiefgefroren und tags darauf erneut im Langsamgang auf -1 °C gekuttert und wie oben beschrieben weiterbehandelt.

4.6.1 Fett- und Geleeabsatz

Bei den Brühwürsten mit 2 %, 3 % und 5 % Sojakonzentrat sowie 1 % Kochsalz, die auf 72 °C erhitzt wurden, ergaben bei herkömmlicher Kutterung Fett- und Geleeabsätze zwischen 1 % und 3 %, nach Gefrieren und erneuter Kutterung der Bräte waren keine relevanten Fett- und Geleeabsätze mehr festzustellen.

Zur weiteren Beurteilung und statistischen Auswertung wurden Fett- und Geleeabsätze herangezogen, die sich beim Erhitzen der Brühwurstbräte bei 85 °C ergaben.

Bei Brühwürsten mit 0,2 % Kochsalz konnte der Fett- und Geleeabsatz von über 20 % durch Sojakonzentratzusatz zwar deutlich, aber nicht ausreichend reduziert werden, er lag immer noch über 10 %. Erst durch Gefrieren und erneutem Kuttern dieser sojahaltigen Bräte konnte der Fett- und Geleeabsatz auf 2 % vermindert werden.

Tabelle 18: Einflüsse der Sojagehalte bei natriumarmen bzw. natriumreduzierten Brühwürsten (Kochsalzzugabe 1 % bzw. 0,2 % entsprechend) auf den Gesamtabsatz. Die Brühwürste wurden bei 85 °C 60 Minuten auf eine Kerntemperatur von 83 °C erhitzt (die Werte für den Fett- und Geleeabsatz in % sind Mittelwerte aus fünf Bestimmungen).

Charge	Sojakonzentrat- gehalt in %	bei herkömmlicher Kutterung	nach Gefrieren und erneutem Kuttern der Bräte
1 % Kochsalz	0	9,6	6,4
	2	2,5	1,3
	3	1,5	« 1
	5	1,6	« 1
0,2 % Kochsalz	0	21,5 *	15,7
	2	11,5 *	6,1
	3	5,0	2,0
	5	5,8	3,3

* Bei diesen Chargen setzte sich der Gesamtabsatz aus Fett- und Geleeabsatz zusammen, bei den anderen Chargen trat nur Geleeabsatz auf.

Mit Verringerung der Salzzugabe stieg der Gesamtabatz deutlich an. Durch Sojazusatz wurde sowohl für natriumreduzierte als auch für natriumarme Brühwürste der Gesamtabatz verringert. Bei dieser Versuchsreihe wurde bei einer Konzentration von 3 % Sojakonzentrat in Form eines Gels der Gesamtabatz bei den Brühwürsten am stärksten vermindert. Bei 5 % Sojakonzentrat konnte einem Gesamtabatz wider Erwarten nicht effektiver gesteuert werden. Inwieweit dies mit der Trockenzugabe zusammenhängt bleibt offen.

Bei allen Chargen wurde der Gesamtabatz durch nochmaliges Kuttern der gefrorenen Brühwurstbräte vermindert.

4.6.2 Sensorische Beurteilung der Konsistenz

Die Proben, die bei 72 °C erhitzt worden waren, wurden von fünf Prüfern sensorisch mittels Rangordnungsprüfung auf Beliebtheit beurteilt. Dabei sollten neben der Konsistenz Aussehen, Farbe und Zusammensetzung sowie Geruch und Geschmack in die Beurteilung einfließen (eventueller Sojageschmack).

Proben mit gleichem Salzgehalt und gleichem Kutterprozeß bildeten jeweils eine Gruppe. Die fünf Prüfer hatten viermal vier Brühwurstproben mit jeweils gleichem Salzgehalt und gleicher Kutterung, aber unterschiedlichen Sojagehalten in Rangordnung zu bringen. Der Auftrag lautete: "Ordnen Sie den Proben nach Beliebtheit eine Rangstelle von 1 bis 4 zu, und beschreiben Sie die Proben nach dem DLG 5-Punkte Schema".

Tabelle 19: Ergebnisse der Rangordnungsprüfung der auf 72 °C erhitzten Proben

Gruppe	Sojagehalt in %			
	0	2	3	5
1 % Kochsalz	4	3	1	2
herkömmliches Kuttermverfahren	nicht zufrieden- stellend	weniger zufrieden- stellend	zufrieden- stellend	zufrieden- stellend
Kuttern des ge- frorenen Brätes	4 weniger zufrieden- stellend	3 zufrieden- stellend	1 zufrieden- stellend	2 zufrieden- stellend
0,2 % Kochsalz	4	3	1	2
herkömmliches Kuttermverfahren	ungenügend	ungenügend	nicht zufrieden- stellend	nicht zufrieden- stellend
Kuttern des ge- frorenen Brätes	4 ungenügend	3 nicht zufrieden- stellend	1 (noch) zufrieden- stellend	2 nicht zufrieden- stellend

In allen geprüften Gruppen wurde das Ergebnis mit 3 % Sojakonzentrat als das beste beurteilt, gefolgt von den Proben mit 5 % und 2 % Sojakonzentrat.

Mit Gehalten von 3 % Sojakonzentrat in Gelform oder 5 % Sojakonzentrat (Trockenzugabe) konnten **natriumreduzierte** Brühwürste mit zufriedenstellenden Qualitätseigenschaften mittels konventionellem Kutterverfahren hergestellt werden. Bei nur 2 % Sojakonzentrat-Gehalt war dieses erst durch Gefrieren und erneutes Kuttern des Brätes möglich. Die Herstellung **natriumarmer** Brühwürste mit noch zufriedenstellenden Qualitätseigenschaften war nur bei Zusatz von 3 % vorgequollenem Konzentrat und erneutem Kuttern des gefrorenen Brätes möglich.

Zusammengefaßt ist festzustellen:

1. Sojakonzentratzusatz kann den Fett- und Geleeabsatz bei natriumarmer und natriumreduzierter Brühwurst reduzieren, bei den Chargen mit 0,2 % Kochsalz effektiver als mit 1 %.
2. Das Einfrieren von herkömmlich gekutterten Bräten und nochmaliges Kuttern auf -1 °C senkt den Gelee- und Fettabsatz weiter.
3. Durch Verwendung von Sojakonzentrat wird die Qualität von natriumreduzierten und natriumarmen Brühwürsten verbessert, insbesondere dann, wenn herkömmlich gekutterte Brühwurstbräte gefroren und erneut gekuttert werden.

4.7 EINFLUSS VON SOJAISOLAT BEI DER HERSTELLUNG FETTARMER BRÜHWURST

Diesem Versuchsansatz lag die Schwierigkeit zugrunde eine extrem fettarme Brühwurst herzustellen, ohne daß es bei der Hitzedenaturierung zur Seit an Seit-Aggregation der myofibrillären Proteine und daraus folgend zu vermehrtem Geleeabsatz kommt.

Im Vorversuch war es nicht möglich, aus schierem Schweineschulterfleisch und 50 % Schüttung unter Verwendung von 1,8 % Kochsalz und 0,3 % Natriumdiphosphat eine "bindige" Brühwurst herzustellen. Das zur Verfügung gestellte Schweinefleisch wies allerdings geringe PSE-Eigenschaften auf.

Bei den folgenden nur als grobe Orientierung gedachten Versuchschargen wurden nur Muskelstücke ohne PSE-Eigenschaften verwendet. Das Fleisch wies pH-Werte von 5,90 bis 6,10 auf und hatte kräftig rote Farbe.

Mit dem auf 0 °C gekühltem Fleisch wurden vier Chargen hergestellt. Verwendet wurden 1,8 % Kochsalz, 0,3 % Natriumdiphosphat und 5 g Mischgewürz pro Kg Brätmasse. Gekuttert wurde bis zu einer Brätendtemperatur von 6 °C. Das verwendete Sojaisolat wurde am Anfang des Kutterprozesses trocken zugegeben. Der Fettgehalt aller Chargen lag zwischen 3 % und 4 %.

Charge I : 50 % Schüttung

Charge II : 30 % Schüttung

Charge III : 50 % Schüttung + 5 % Sojaisolat

Charge IV : 30 % Schüttung + 5 % Sojaisolat

Aus diesen vier Chargen wurden die Brühwurstproben mittels Rangordnungsprüfung auf Beliebtheit bewertet. Die Rangordnung wurde von allen fünf Prüfern gleich bewertet.

Die Charge I mit 50 % Schüttung wurde als beste bewertet, gefolgt von Charge II mit 30 % Schüttung. Charge III mit 50 % Schüttung und 5 % Sojaisolat wurde auf Rang drei eingestuft, gefolgt von Charge IV mit 30 % Schüttung und 5 % Sojaisolat. Von den Prüfern wurde bei den Produkten mit abnehmender Schüttung und zusätzlichem Sojaisolatesatz der zu feste, nicht mehr brühwurstartige Biß bemängelt. Sojaisolatzusatz führte zum Teil zu "Sojageschmack".

5 BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Sojabohnen sind aufgrund hoher Ertragsfähigkeit und eines hohen Anteils an Eiweiß sowohl für Tiere als auch für Menschen einer der wertvollsten pflanzlichen Eiweißträger. Im Gegensatz zum ostasiatischen Raum, in dem die Sojabohne nahezu ausschließlich der menschlichen Ernährung dient, findet die Sojabohne in Europa und in den USA in erster Linie als proteinreiches Futtermittel und zur Gewinnung von Sojaöl Anwendung (KOLB, 1978).

Sojaproteinprodukte sind im Augenblick zur Verarbeitung in Lebensmitteln kostengünstiger als traditionelle Lebensmittelproteine (SCHARF und SCHLINGMANN, 1983; ROIDER, 1984). Dies ist der wirtschaftliche Hintergrund für das Bestreben die Anteile an Fleisch in Brühwürsten teilweise durch Sojaproteine zu ersetzen.

Sojaeiweißprodukte lassen sich im wesentlichen in drei Gruppen einteilen: Sojamehl, Sojakonzentrat und Sojaisolat. In den "Amerikanischen Qualitätsnormen für Sojabohnen und Sojaprodukte (1962)" bestehen definierte Anforderungen, z.B. für Mindest-Proteinanteile; so muß Sojamehl mindestens 50 %, Sojakonzentrat mindestens 70 % und Sojaisolat mindestens 90 % Eiweiß in der Trockensubstanz aufweisen. Neben den pulverförmigen Sojaproteinprodukten werden sog. texturierte Sojaeiweißprodukte hergestellt, die in verschiedensten Ausführungen (Größe, Formen) und mit Farb- und Aromastoffen versetzt angeboten werden.

Entscheidende Unterschiede für die spätere Verwendung im Lebensmittel ergeben sich durch die Verschiedenheit der Herstellungs- und Bearbeitungsmethoden. Diese äußern sich in unterschiedlichen Zusammensetzungen sowie in ihren technischen Eigenschaften (RAKOSKY, 1970; WOLF, 1972).

Sojaweiß stellt unter ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten ein hochwertiges Eiweiß dar, dies äußert sich sowohl in seinem Brennwert als auch im Aminosäuregehalt und in Fütterungs- und Ernährungsstudien (BURNETT, 1966; YOUNG et al., 1979 und NODA et al., 1977).

In diesem Zusammenhang müssen allerdings auch die "Proteinase Inhibitoren" angesprochen werden, die jedoch in hochoverhitzten Brühwürsten keine Relevanz besitzen (KOTTER et al., 1970), oder durch Prozeßbedingungen bei der Isolierung des Proteins weitgehend eliminiert werden können (RACKIS, 1966 und 1974).

Schließlich muß die mögliche Flatulenzwirkung von Sojamehlen (LIENER, 1981; RACKIS, 1981) und die allergene Potenz (SHELEF et al., 1976) angesprochen werden, die aber nach RACKIS (1974) und SPIES et al. (1951) sehr gering sein soll.

Die Einflüsse der Sojaproteine in Lebensmitteln sind sehr weitreichend. Möglichkeiten, die Proteine in ihren einzelnen Eigenschaften zu charakterisieren, werden von KINSELLA (1979), INKLAAR und FORTUIN (1969), MUSCHLIOLIK und SCHMANDKE (1982), FLEMING et al. (1974), COOK et al. (1969) und LOPEZ DE OGARA et al. (1986) beschrieben. Die technologische Wirkung in Brühwürsten läßt sich daraus abschätzen. Komplexere Aussagen wären nach PFEIFFER et al., 1985 möglich wenn Studien an Aktomyosin gel durchgeführt würden.

Die pH-Werte der verwendeten Sojaproteinprodukte lagen für Sojamehl bei 6,70, für Sojakonzentrat bei 7,0 und für Sojaisolat bei 6,90. Bei steigenden Konzentrationen der Sojaprodukte kam es zu einem nahezu konstanten Anstieg des pH-Wertes, unabhängig von der Art des verwendeten Sojaproduktes und der Zugabeform. Für die hergestellten Brühwürste bedeutet ein Anstieg des pH-Wertes bessere Wasserbindung und günstigere Verhältnisse für die Emulgierung zugesetzter Fette.

Für die Vergleichscharge ohne Sojaprotein errechnet sich ein BEFFE-Wert von 9,5. Mit steigender Sojaproteinzugabe sank der BEFFE-Wert kontinuierlich bis auf ein Niveau von ca. 3,0 bei den höchsten Zugaben (Sojaisolat, -konzentrat, -mehl). Schon bei der zweitgeringsten Konzentration an Sojaproteinzugaben (3 % Sojaisolat, 3,9 % Sojakonzentrat, 5,5 % Sojamehl) wurden BEFFE-Werte von 6,6 - 6,7 ermittelt, die deutlich unter den in den LEITSÄTZEN für Fleisch und Fleischerzeugnissen des DEUTSCHEN LEBENSMITTELBUCHES für Gelbwurst und für Fleischwurst geforderten Minima von 7,5 % lagen (2.222.2 und 2.222.6). Die Gefahr einer Unterschreitung des Mindest-BEFFE-Wertes ist dann noch größer, wenn schon der BEFFE-Wert des Basisbräts nur knapp über dem Mindestwert liegt.

SCHMIDT und KOTTER (1986) fordern im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen von seiten der EG, daß eingeführte Verkehrsbezeichnungen der bundesdeutschen Wurstsorten auch bei deklarierten Zusätzen von fleischfremden Eiweißträgern nur verwendet werden dürften, wenn die in den LEITSÄTZEN angeführten Mindest-BEFFE-Werte erfüllt sind. Diese Bedingungen können nur Produkte mit geringen Sojaproteinzusätzen erfüllen.

LINKE (1983) äußerte sich in Bezug auf das sog. "Reinheitsgebot der Wurst" pessimistisch und befürchtet ein Sinken der Qualität deutscher Fleischerzeugnisse, da das Brüsseler Lösungsmodell die Fähigkeit des Verbrauchers überschätzt, Qualität aus der Zutatenliste zu erkennen und den Markt zu regulieren, es unterschätzt das Vertrauen in Normierungsmechanismen und negiert den Grundsatz, daß hohe Qualität nur durch strenge Normen aufrecht zu halten ist.

In technologischer Hinsicht konnte bei Verwendung von steigenden Soja-isolat- und -konzentratzugaben eine deutliche Reduzierung des Geleeabsatzes registriert werden. Die Verwendung von Sojamehl führte nur in den beiden höchsten Konzentrationen (9,1 % und 12,7 %) zu geringer Reduzierung des Fett- und Geleeabsatzes. Bei 1,8 % und 5,5 % Sojamehl in der Rezeptur trat sogar vermehrt Absatz auf. Ein Einfluß der Verarbeitungsformen (trocken, Gel, Emulsion) auf den Fett- und Geleeabsatz wurde nicht beobachtet.

In Hinblick auf die beste Verarbeitungsform wurden die drei Verarbeitungsmöglichkeiten (trocken, Gel, Emulsion) mittels Rangordnungsprüfung bei Sojaisolat- und Sojakonzentrat-Verwendung auf das Prüfmerkmal Konsistenz (Textur) geprüft. Hier stellte sich die Gelverarbeitung als von den Prüfern bevorzugte Verarbeitungsform heraus, da bei dieser der zum Teil etwas "mehlartige" Charakter zu vermeiden war. Die Trockenverarbeitung war noch günstiger als die Verarbeitung in Form einer Emulsion.

Die sensorische Untersuchung mittels dem 5-Punkte-Schema zeigte in der Gesamtbewertung für geringe Sojaisolat- und Sojakonzentratzugaben im Vergleich mit der Kontrollprobe nur geringfügige Beeinträchtigungen. Schlechter wurden Brühwürste mit höheren Konzentrationen an Sojaisolat und Sojakonzentrat in den Prüfmerkmalen Konsistenz, vor allem aber im Prüfmerkmal Geruch und Geschmack beurteilt. Es wurde ein deutliches Verflachen des Fleischaromas festgestellt. Auch bei der Beurteilung mittels 5-Punkte-Schema gaben die Prüfer der Gelverarbeitung den Vorzug. Die trockene Verarbeitung von Sojaisolat und Sojakonzentrat wurde geringfügig schlechter bewertet. Die Verarbeitung der Sojaprodukte in Form einer Emulsion wurde sowohl bei Sojaisolat als auch bei Sojakonzentrat am schlechtesten bewertet. Insgesamt konnte in der sensorischen Qualität die Verwendung von Sojaisolat gegenüber der von Sojakonzentrat leichte Vorteile verbuchen. Die Verwendung von Sojamehl führte zu deutlichen Abwertungen in der sensorischen Beurteilung. Bei höheren Konzentrationen von Sojamehl (9,1 % und 12,7 %) wurden den Brühwürsten starke Fehler bescheinigt, einige Prüfer hielten diese Produkte sogar für nicht bewertbar.

Inwieweit die Abwertungen in Geruch und Geschmack der Brühwürste und das Abflachen im Fleischaroma durch spezielle Würzungen und Aromen zu kompensieren sind, bleibt offen. Es wurde aber bestätigt, daß eine Konsistenzeinbuße bei Verwendung von Sojaweiß durch zusätzliches Einarbeiten von Bindegewebe ohne Einbußen in Geruch und Geschmack die Textur der Brühwürste verbessern kann.

Voraussetzungen für eine ansprechende Farbe bei umgeröteten Brühwürsten ist die zur Umrötung zur Verfügung stehende Myoglobin-Konzentration. Durch steigende Konzentrationen an Sojaweiß verringert sich der Myoglobingehalt und mit diesem die Farbe. Die Farbe und das Aussehen der Brühwurstproben mit 3 % und 5 % Sojaisolat wurden mit 1,75 Punkten deutlich schlechter beurteilt als die Vergleichsprobe mit 4,75 Punkten. Durch die in anderen Ländern übliche gleichzeitige Zugabe von Schweineblut konnten Aussehen und Farbe erheblich verbessert werden (4,0 und 4,25 Punkte). Brühwürste mit geringem Sojaweißzusatz können vom Verbraucher in Aussehen und Farbe von herkömmlichen Produkten kaum unterschieden werden, in besonderem Maße gilt dies für "weiße Ware". Bei höheren Zusatzraten bei umgeröteter Ware ergibt sich ein Verblässen, das durch Blut zu kompensieren ist.

Ein von SOFOS et al. (1977) beschriebener höherer Rest-Nitrit- und Nitratgehalt bei höheren Sojaweißkonzentrationen konnte nicht bestätigt werden.

Neben der Möglichkeit, nach der Verordnung über diätetische Lebensmittel "natriumarme" Brühwürste mit nicht mehr als 120 mg Natrium in 100 g in den Verkehr zu bringen, ist nun nach Änderung der Nährwertkennzeichnungsverordnung auch das Inverkehrbringen von "kochsalzverminderten" Erzeugnissen zulässig, wenn 500 mg Natrium in 100 g nicht überschritten werden.

Zur Herstellung von natriumarmer und natriumreduzierter Brühwurst bietet sich auch der Einsatz von Sojaeiweiß an, da Sojaeiweiß-Lösungen oder Sojaeiweiß-Fett-Wasser-Emulsionen nach KOTTER et al. (1969) bei der Erhitzung ohne Salzzusatz Koagulate bilden, die eine Maschenstruktur analog einer Brühwurstfarce aufweisen. Faßt man die beschriebenen Ergebnisse aus Ermittlung des Fett- und Geleeabsatzes und der sensorischen Bewertung zusammen, so ist es möglich, mit Zusatz von 3 % oder 5 % Sojaeiweiß zufriedenstellende natriumreduzierte Brühwürste herzustellen. Ein von HÖGG und KOTTER (1988) beschriebenes Verfahren, welches ein Einfrieren und erneutes Kuttern des gefrorenen Brätes vorsieht, kann natriumreduzierte Brühwürste zusätzlich verbessern. Durch Zusatz von Sojaeiweiß allein konnten keine natriumarmen Brühwürste hergestellt werden. Erst erneutes Kuttern des gefrorenen Brätes mit 3 %iger Sojakonzentratzugabe ergab ein noch zufriedenstellendes Produkt. Um die vorgeschriebenen Höchstmengen an Natrium einhalten zu können, besteht die Notwendigkeit den Natriumgehalt der in Frage kommenden Sojaeiweiße einzubeziehen. Sojaisolate weisen herstellungsbedingt wesentlich höhere Natriumgehalte als Sojakonzentrate auf und nach RAKOSKY (1974) bestehen selbst zwischen verschiedenen Sojakonzentraten erhebliche Unterschiede im Natriumgehalt.

Die Herstellung von extrem fettarmer Brühwurst bringt meist Schwierigkeiten mit sich. Nach KATSARAS und PEETZ (1988) verhalten sich die Fettpartikel, welche in das Eiweiß-Wasser-Gerüst eingelagert werden, nicht nur passiv, sondern helfen auch bei der Entwicklung der Struktur

des Brätes; außerdem schränken sie das hitzebedingte Schrumpfen des Netzwerkes und somit eine Verdichtung der Wurstmasse ein. Die hergestellten Brühwürste wiesen extrem niedrige Fettgehalte zwischen 3 % und 4 % auf. Das Einarbeiten von 5 % Sojaisolat in 30 % und 50 % geschüttetes Magerfleisch brachte keine sensorischen Vorteile; von den Prüfern wurde bei den mit Sojaisolat hergestellten Brühwürsten ein nicht mehr brühwurstartiger, zu fester Biß bemängelt. Dies steht im Gegensatz zu den von RUDISCHER (1970) bei der Herstellung von Jagdwurst, mit 1 % NaCl und 10 - 15 % Fett erzielten Ergebnissen, was damit zusammenhängen kann, daß bei den eigenen orientierenden Versuchen mit 1,8 % Kochsalz gearbeitet wurde und wohl noch eine höhere Schüttung sinnvoll gewesen wäre.

6 ZUSAMMENFASSUNG

1. Einflüsse der Sojaproteinprodukte (Sojaisolat, -konzentrat, -mehl) auf die sensorische Qualität und den Fett- und Geleeabsatz von Brühwürsten wurden geprüft.
2. Mit 1 %, 3 % und 5 % Sojaisolat- oder Sojakonzentratzusätzen konnten zufriedenstellende Brühwürste hergestellt werden; die Fett- und Geleeabsätze waren gegenüber sojaeiweiß-freien Brühwürsten vermindert. Die Verwendung von Sojamehl verursachte sensorische Mängel und führte auch nicht zu einer Senkung des Fett- und Geleeabsatzes.
3. Am günstigsten war die Verarbeitung der Sojaproteinprodukte in Form eines Gels. Die Trockenverarbeitung brachte gute Ergebnisse, die Verarbeitung als Voremulsion wurde schlechter bewertet.
4. Unter den gewählten Versuchsbedingungen war nur bei 1 %igem Zusatz die in den Leitsätzen für Fleisch und Fleisch-Erzeugnisse festgeschriebenen Mindestwerte für Bindegewebs-Eiweiß-Freies-Fleisch-Eiweiß (BEFFE) für Gelbwurst und Fleischwurst noch erfüllt. Die Frage in welchen Konzentrationen das a priori deklarationspflichtige Sojaprotein noch unter Beibehaltung eingeführter deutscher Verkehrsbezeichnungen zugesetzt werden darf, muß von Fall zu Fall geklärt werden. Sobald die in den Leitsätzen festgelegten Mindest-BEFFE-Werte unterschritten sind, dürfen selbst bei Deklaration der Zusätze eingeführte Verkehrsbezeichnungen nicht verwendet werden.
5. Bei gleichzeitigem Zusatz von aufbereiteten Sehnen war die Konsistenz (Textur) der mit Sojaisolat hergestellten Brühwürste verbessert. An die Erfüllung der BEFFE-Werte wird erinnert.

6. Bei gleichzeitigem Einarbeiten von Schweineblut in umgerötete, mit Sojaisolat hergestellte Brühwürste war ein Abfall der Farbe zu kompensieren. Die diesbezügliche Verwendung von Blut ist deklarationspflichtig.
7. Bei Verwendung von Sojakonzentrat waren zufriedenstellende natrium-reduzierte Brühwürste herzustellen. Eine Verbesserung dieser Brühwürste konnte durch Einfrieren der Bräte und erneutes Kuttern erreicht werden. Bei Einarbeitung von 3 % Sojakonzentrat in das Brühwurstbrät, Einfrieren des Brätes und erneutem Kuttern des gefrorenen Brätes war eine noch zufriedenstellende natriumarme Brühwurst herzustellen.
8. Ein orientierender Versuch hat gezeigt, daß Sojaweiß unter Umständen auch zur Herstellung fettarmer Brühwürste verwendet werden kann.

SUMMARY

TECHNOLOGICAL STUDIES FOR THE APPLICATION OF SOYBEAN PROTEIN IN FRANKFURTER TYPE SAUSAGES

1. Influences of soybean protein products (isolate, concentrate, flour) on the sensorial quality and on the separation of fat and jelly in Frankfurter type sausages were examined.
2. By adding 1 %, 3 % and 5 % soy isolate or soy concentrate satisfying sausages could be produced, thereby the separation of fat and jelly was reduced compared to soy protein free Frankfurter type sausages. Whereas the use of soy flour caused sensorial drawbacks and did not lead to a reduction of fat and jelly separation.
3. The use of soy protein products in the form of a gel turned out to be the best form for processing. Using them as a dry powder good results could be gained. The use as a pre-emulsion led to unsatisfying products.
4. Under the chosen experimental conditions only the products with the concentration of 1 % soy protein fulfilled the minimum BEFFE *)-values laid down the guidelines (Leitsätze) for Gelbwurst and Fleischwurst. The use of soy protein is to be declared. The question up to what concentrations soy protein will be allowed to be added by still justifying established German Trade Names must be decided for every special case. If the values are below the minimum BEFFE-values laid down in the guidelines established German Trade Names are not allowed to be used even if the additives are declared.

*) Abbreviation means meat protein free of connective tissue protein

5. Additional use of prepared tendons the consistency (texture) of the sausages produced with isolate have been improved.
6. Additional use of porcine blood a decrease in colour intensity of cured sausages produced with soy isolate was compensated.
7. By the application of concentrate satisfying sausages with a reduced content of sodium have been achieved. By freezing the batters and battering anew an improvement of these sausages could be gained. By using a batter with 3 % concentrate freezing it and battering the frozen material anew a still satisfying sausage "poor in sodium" was produced.
8. A spotting experiment has shown that soy protein even may be used for processing Frankfurter type sausages poor in fat.

7 Literaturverzeichnis

- AMBROSIADIS, J.:
Verwendung von Sojamehl bei der Herstellung von Fleischwaren.
Fleischwirtschaft 61 (1981), 190

- AMBROSIADIS, J.:
Verwendung von texturiertem Sojaeiweiß bei der Rohwurstherstellung.
Diss. med. vet., Berlin 1981

- Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG,
BAND 1/2
Beuth Verlag, Berlin-Köln

- BERRY, B.W., H.R. CROSS, A.L. JOSEPH., S.B. WAGNER und J.A. MAGA:
Sensory and physical reasurements of dry fermented salami prepared
with mechanically processed beef product and structured soy protein
fiber.
J. Food Sci. 44 (1979), 465

- BURNETT, R.S.:
Der Nährwert von Sojaeiweiß.
Dtsch. Lebensm.-Rdsch. 62 (1966), 245

- COOK, C.F., E.W. MEYER, N. CATSIMPOOLAS und E.F. SIPOS:
Physical-chemical properties and consumer attributes of meat-soy
food systems.
XV. Europäischer Fleischforscher-Kongreß, Helsinki, Finnland, 1969, S.381

- FANGAUF, K.W. und D. KUDRUN:
American Soybean Association.
Hamburg 1960 - 1985

- FLEMING, S.E., F. SOSULSKI, M. TOJO und A. NELSON:
Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower
and soybean flours, concentrates and isolates.
J. Food Sci. 39 (1974), 188

- GASSMANN, B. und J. KROLL:
Gründe, Grundlagen und Grenzen der Fleischsubstitution durch Pflanzen-
produkte.
Ernährungsforschung 29 (1984), 67

- GASSMANN, B., K. HOPPE und J. KROLL:
Prüfsysteme für Austausch- und Zusatzstoffe von Brühwürsten.
Fleisch 40 (1986), 95

- GERHARDT, U.:
Soja: Eine wertvolle Öl- und Eiweißpflanze.
Fleischwirtschaft 54 (1974), 426 und 1924

- GERHARDT, U.:
Zusatzstoffe und Zutaten.
Schriftenreihe: Fleischforschung und Praxis, Heft 12
Verlag der Rhein Hessischen Druckwerkstätte, Alzey 1979

- GERHARDT, U.:
Einsatzmöglichkeiten von Soja-Produkten bei der Herstellung von Fleisch-
erzeugnissen und Würzmischungen.
Lebensmitteltechnik 10 (1985), 529

- GLABE, E.F., P.F. GOLDMAN, P.W. ANDERSON, L.A. FINN und A.K. SMITH:
Uses of gelsoy in prepared food products.
Food Technol. 10 (1956), 51

- GOLTRY S.J., W.C. STRINGER und R.E. BALDWIN:
Sensory evaluation of pork sausage containing textured vegetable protein.
J. Food Sci. 41 (1976), 973

- HAMM, R.:
Kolloidchemie des Fleisches.
Verlag Parey, Berlin und Hamburg 1972

- HEINRICH, H.C.:
Diagnostik, Ätiologie und Therapie des Eisenmangels unter besonderer
Berücksichtigung der ⁵⁹Fe-Retentionsmessung im Gesamtkörper Radio-
aktivitätsdetektor.
Der Nuklearmediziner 6 (1983), 137

- HERB-MÜLLER, L.:
Die Soja und Ernährungsfragen in Entwicklungsländern.
Ernährungs-Umsch. 9 (1962), 143

- HÖGG, K.J. und L. KOTTER:
Zur Herstellung natriumreduzierter sowie natriumarmer Brühwürste.
Fleischwirtschaft 68 (1988), 8

- HONIKEL, K.O.:
Wasserbindung und "Fettemulgierung" bei der Verarbeitung zu Brüh-
wurstbräten.
Fleischwirtschaft 62 (1982), 16

- HUGE, W.E.:
Jetzige und zukünftige Verwendungszwecke für Sojamehl, Sojagrieß und
Sojaiweiß in Nahrungsmitteln.
In: Eiweißhaltige Sojaprodukte in der menschlichen Ernährung.
Soybean Council of America, Hamburg 1961

- HUTTON, C.W. und A.M. CAMPBELL:
Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems.
J. Food Sci. 42 (1977), 454

- INKLAAR, P.A. und J. FORTUIN:
Determining the emulsifying and emulsion stabilizing capacity of protein meat additives.
Food Technol. 23 (1969), 103

- JELLINEK, G.:
Sensorische Lebensmittelprüfung.
Verlag Siegfried, Pattensen 1981

- KEETON, J.T., A. FOEGEDING und C. PATANA-ANAKE:
A comparison of nonmeat proteins, sodium tripolyphosphate and processing temperature effects on physical and sensory properties of frankfurters.
J. Food Sci. 49 (1984), 1462

- KIERMEIER, F. und U. HAEVECKER:
Sensorische Beurteilung von Lebensmitteln.
Verlag J.F. Bergmann, München 1972

- KINSELLA, J.E.:
Functional properties of soy proteins.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 56 (1979), 242

- KOLAR, C.W.:
Isoliertes Sojaprotein, seine Erzeugung und Anwendung.
American Soybean Association, Hamburg 1982

- KOLB, H.:
Herkömmliche Verfahren zur Nutzung von Soja im asiatischen Raum.
Alimenta 17 (1978), 43

- KOTTER, L. und A. PATITZSCH:
Zur Wirkung und Prüfung von Kutterhilfsmitteln.
Fleischwirtschaft 48 (1968), 617
- KOTTER, L., A. PALITZSCH und C. HERRMANN:
Technologische Bedeutung von Fremdeiweiß bei der Fleischwarenverarbeitung.
Arch. Lebensmittelhyg. 19 (1968), 261
- KOTTER, L., A. PALITZSCH und A. FISCHER:
Weitere Studien über die Vorgänge bei der Herstellung von "Brühwurst"
und die Wirkung verschiedener Hilfsstoffe.
Fleischwirtschaft 49 (1969), 1623
- KOTTER, L., A. PALITZSCH, H.-D. BELITZ und K.-H. FISCHER:
Zum Vorkommen und zur Beurteilung von Trypsininhibitoren in isoliertem
Sojaeiweiß, das für die Herstellung von hochzuerhitzenden Fleischer-
zeugnissen vorgesehen ist.
Fleischwirtschaft 50 (1970), 1063
- KROLL, J. und B. GASSMANN:
Über die Streckung und Substitution von Fleisch in Wurstwaren und
anderen Erzeugnissen aus zerkleinertem Fleisch.
Nahrung 27 (1983), 699
- LIENER, J.E.:
Factors affecting the nutritinional quality of soya product.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 53 (1981), 106
- LINKE, H.:
Lebensmittelrecht und Reinheitsgebot.
In: Fleisch und Verbraucher.
AID-Verbraucherdienst 28 (1983), Sonderdruck
- LOPEZ DE OGARA, M.C., F. BERCOVICH, A.M.R. PILOSOFF und G. BARTHOLOMEAI:
Denaturation of soybean proteins related to functionality and performance
in a meat system.
J. Food Technol. 21 (1986), 279

- MATTHIENSEN, R.P. und W. BRAUN:
Soajprotein - ein "verborgenes Allergen".
Dtsch. med. Wschr. 99 (1974), 2175
- MAURON, J.:
Der Nährwert der Lebensmittel.
In: Anreicherung von Lebensmitteln mit Proteinen.
Fachgruppe Lebensmittelchemie und gerichtliche
Chemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Behr's Verlag (1986)
- MEESTER, J.:
Quality and composition of meat products with non-meat proein.
XV. Europäischer Fleischforscher-Kongreß, Helsinki, 1969
- MENZEL, E.J.:
Biochemische Grundlagen der Bestimmung von Sojaprotein mit immuno-
logischen Methoden.
Z. Ernährungswiss. 22 (1981), 55
- MORSE, W.J.:
Chemical composition of soybean seed.
In: Markley, K.S.: Soybeans and soybean products, Vol. 2., 135
Interscience Publisher, New York - London, 1950
- MUSCHIOLIK, G. und H. SCHMANDKE:
Einfluß von Fremdproteinen auf die Eigenschaften von erhitztem Fleischbrät.
Nahrung 26 (1982), 65
- N.N.
Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse. Deutsches Lebensmittelbuch.
Verlag Bundesanzeiger, Köln 1988

- N.N.
Verordnung über diätetische Lebensmittel (Diätverordnung)
Vom 21.01.1982 in der Fassung vom 02.03.88
BGBl. I, S. 203
- N.N.
Verordnung über Nährwertangaben bei Lebensmitteln (Nährwert-Kennzeichnungsverordnung)
Vom 09.12.1977 in der Fassung vom 26.10.82
BGBl. I, S. 1434
- NODA, I., J.N. SOFOS und C.E. ALLEN:
Nutritional evaluation of all-meat and meat-soy wieners.
J. Food Sci. 42 (1977), 567
- PERLMAN, F.:
Food allergy and vegetable proteins.
Food Technol. 62 (1966), 1438
- PFEIFFER, G., F. SACHER und K. SOMMER:
Modelluntersuchungen an Aktomyosin.
Fleischerei 36 (1985), 435
- PRATT, D.E. und P.M. BIRAC:
Source of antioxidant activity of soybeans and soy products.
J. Food Sci. 44 (1979), 1720
- RACKIS, J.J.:
Flatulence.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 55 (1981), 503

- RACKIS, J.J.:
Soybean trypsin inhibitors: Their inactivation during meal processing.
Food Technol. 20 (1966), 1482
- RACKIS, J.J.:
Biological and physiological factors in soybeans.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 51 (1974), 161 A
- RACKIS, J.J.:
Significance of soy trypsin inhibitors in nutrition.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 58, 3 (1981), 495
- RACKIS, J.J., D.J. SESSA und D.H. HONIG:
Flavor problems of vegetable food proteins.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 56 (1979), 262
- RAKOSKY, J.:
Soy Grets, flour, concentrates and isolates in meat products.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 51 (1971), 123
- RAKOSKY, J.:
Soy products for the meat industry.
J. Agr. Food Chem. 18 (1970), 1005
- RANGER, C.R. und R.J. NEALE:
Iron availability from soy, meat and soy/meat samples in anemic rats
with and without prevention of coprophagy.
J. Food Sci. 49 (1984), 585
- RAO, L.O., F.A.. DRAUGHON und C.C. MELTON:
Sensory characters of thuringer sausage extended with extured soy protein.
J. Food Sci. 49 (1984), 334

- REICHERT, J.E.:
Untersuchungen über Einflüsse auf die Bindung von Brühwurst.
Fleischerei 32 (1981), 793
- ROGOWSKI, B.:
Die ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch und Fett.
In: Chemie und Physik des Fleisches.
Institut für Chemie und Physik der Bundesanstalt für Fleischforschung,
Kulmbach 1981
- ROIDER, R.:
Zur Extraktion von Sojaprotein und aufgeschlossenem Milcheiweiß aus
erhitzten Fleisch-Erzeugnissen.
Diss. med. vet., München 1984
- RUDISCHER, S.:
Untersuchungen über den Zusatz von aufgeschlossenem Sojaeiweiß bei
Brühwurst und Brühwurstkonserven.
Fleisch 22 (1968), 267
- RUDISCHER, S.:
Einsatz von aufgeschlossenem Pflanzen- und Milcheiweiß.
Fleisch 24 (1970), 183
- SEAL, R.:
Emulsions in sausages - a case study.
Proc. JFST 13 (1980), 121
- SHELEF, L.A. und MORTON, L.R.:
Soybean protein foods.
Food Technol. 30 (1976), H. 4/44

- SIEGEL, D.G., W.B. TULEY und G.R. SCHMIDT:
Microstructure of isolated soy protein in combination ham.
J. Food Sci. 44 (1979), 1272

- SINELL, H.-J., A. WEBER und S. HAUPTMANN:
Prüfschemata zur Bewertung der sensorischen Qualitätsmerkmale von
Fleischerzeugnissen nach einer 5-Punkte-Skala.
XXIX. Europäischer Fleischforscher-Kongreß, Salsomaggiore, Italien, II (1983),
S. 572 - 585

- SIPOS, E.F.:
Herstellung, Beschreibung und Verwendung von Sojakonzentraten und
Sojamehlen.
American Soybean Association, Hamburg 1982

- SMITH G.C., H. JUHN, Z.L. CARPENTER, K.F. MATTIL und C.M. CATER:
Efficacy of protein additives as emulsion stabilizers in frankfurters.
J. Food Sci. 38 (1973), 849

- SOFOS, J.N., I. NODA und D.E. ALLEN:
Effects of soy proteins and their levels of incorporation on the properties
of wiener-type products.
J. Food Sci. 42 (1977), 879

- SOUCI, S.W., W. FACHMANN und H. KRAUT:
Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen 1986/87
Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 3. Aufl. 1986

- SCHARF, U. und M. SCHLINGMANN:
Lebensmitteltechnologie im Aufbruch: Nichtkonventionelle funktionelle
Lebensmittelpoteine.
Z. Lebensmitteltechnologie u. Verfahrenstechnik 34 (1983), 302

- SCHMIDT, H. und L. KOTTER:
Zur Bedeutung der Beffe-Werte.
Arch. Lebensmittelhyg. 37 (1986), 121
- SCHRÖDER, A. und K.-H. SÜDEKUM:
Soja-Vademekum.
American Soybean Association, Hamburg 1960 - 1985
- SCHUTTE, L.:
Technische Probleme und Lösungen bei der Gewinnung von Sojaproteinen.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 79 (1977), 230
- SCHUTTE, L. und G.A.M. VAN DEN OUWELAND:
Flavor problems in the application of soy protein materials.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 56 (1979), 286
- TERREL, R.N., J.A. BROWN, Z.L. CARPENTER, K.F. MATTIL und C.W. MONAGLE:
Effects of oilseed proteins, at two replacement levels, on chemical, sensory
and physical properties of frankfurters.
J. Food Sci. 44 (1979), 865
- VORWERCK, K.:
Die Aufbereitung von Sojabohnen.
Fette, Seifen, Anstrichmittel 70 (1968), 725
- WEBER, H.:
Technologische Aspekte über die Einsatzmöglichkeiten von Sojaweiß.
Lebensmitteltechnik 10 (1985), 496
- WEBERLING, F. und N.O. SCHWANTES:
Pflanzensystematik.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1979

- WIRTH, F.:
Zusätze bei der Brühwurst-Fabrikation.
Fleischwirtschaft 54 (1974), 13

- WIRTH, F.:
Kochsalzverminderung bei Fleischerzeugnissen.
Fleischwirtschaft 68 (1988), 947

- WIRTH, F.:
Kochsalzverminderung und Wirkung von Ersatzsalzen bei Fleischerzeugnissen.
Mitteilungsbl. BAFF Nr. 100 (1988), 7940 - 7945

- WOLF, W.J.:
What is soy protein?
Food Technol. 26 (1972), 44

- WOLF, W.J. und A.K. SMITH:
Food uses and properties of soybean protein. II.
Food Technol. 15 (1961), May/12

- YOUNG, V.R. und N.S. SCRIMSHAW:
Soybean protein in human nutrition: An overview.
J. Am. Oil Chemists' Soc. 56 (1979), 110

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Ludwig Kotter für die Überlassung des Themas und die großzügige Förderung meiner Arbeit.

Herrn Dipl. Ing. Klaus Högg danke ich für wertvolle Diskussionen und Anregungen, Herrn Dr. Klein für die kritische Durchsicht meines Manuskriptes.

Weiterhin danke ich allen Mitarbeitern des Instituts für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs für die freundliche Unterstützung.

Dem Bayerischen Fleischerverband danke ich für die großzügige Unterstützung und Bereitstellung der Rohmaterialien, Herrn Georg Wieland für die freundliche Beratung.



Lebenslauf

	Ludwig Kastulus Stuhlberger
1. März 1954	geboren in Wartenberg
1960 - 1964	Volksschule Wartenberg
1964 - 1967	Gymnasium Scheyern
1967 - 1971	Realschule Erding
1971 - 1973	Fachoberschule (wirtschaftlicher Zweig) Freising
1973 - 1974	Metzgerlehre in München
1974 - 1975	Militärdienst
1976 - 1979	Studium an der Technischen Fachhochschule Berlin Fachbereich Lebensmitteltechnologie
Febr. 1979	Ingenieurexamen, Dipl.Ing.
1979 - 1980	Mitarbeit in der elterlichen Metzgerei sowie in zwei weiteren Betrieben
1980 - 1986	Studium an der Ludwig-Maximilians-Universität München Fachbereich Tiermedizin
August 1986	Staatsexamen
März 1987	Approbation als Tierarzt
seit 1981	Übernahme und Leitung der elterlichen Metzgerei



